



# LES CENTRALES HIDROELÈCTRIQUES DE BESCANÓ

Franc Massaneda Feliu  
2n de Batxillerat  
INS Castell d'Estela  
Departament de Tecnologia  
Sergio Herraiz i Francesc Vila  
Desembre 2011

# ÍNDIX

<b>AGRAÏMENTS .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>5</b>
1.1. QUÈ ÉS UNA CENTRAL HIDROELÈCTRICA? .....	7
1.2. ELABORACIÓ D'UNA MAQUETA DE GENERADOR HIDROELÈCTRIC .....	9
1.2.1. <i>Introducció</i> .....	9
1.2.2. <i>Base teòrica i aclariments</i> .....	9
1.2.3. <i>Material</i> .....	9
1.2.4. <i>Muntatge</i> .....	10
1.2.5. <i>Fotografies del muntatge</i> .....	11
1.3. CONTEXT I SITUACIÓ GENERAL DEL TREBALL .....	17
1.3.1. <i>El Ter</i> .....	17
1.3.2. <i>Clima</i> .....	18
1.3.3. <i>Precipitacions</i> .....	18
<b>2. LA GROBER.....</b>	<b>19</b>
2.1. EXPLICACIÓ DE LA GROBER .....	19
2.1.1. <i>La Fàbrica tèxtil</i> .....	19
2.1.2. <i>La Central Hidroelèctrica</i> .....	20
2.2. CONTEXT I SITUACIÓ .....	21
2.3. HISTÒRIA DE LA CENTRAL .....	22
2.4. FUTUR DE LA CENTRAL.....	22
<b>3. COMPONENTS DE LA CENTRAL .....</b>	<b>23</b>
3.1. LES TURBINES.....	23
3.1.1. <i>Turbina 1</i> .....	24
3.1.2. <i>Turbina 2</i> .....	25
3.1.3. <i>Turbina 3</i> .....	26
3.2. EL CANAL D'AIGUA.....	27
3.3. DEPURADOR DEL CANAL.....	28
3.4. SALA DE CONTROL.....	29
3.5. GENERADOR.....	30
3.6. TRANSFORMADORS .....	31
3.7. MANTENIMENT DE LA CENTRAL .....	32
<b>4. ASSAIG PRÀCTIC .....</b>	<b>33</b>
4.1. PROCEDIMENT I OBTENCIÓ DE DADES .....	34
4.2. TAULA COMPARATIVA DE RESULTATS .....	39
4.3. GRÀFIQUES CORRESPONENTS .....	40
4.4. CONCLUSIÓ .....	43
<b>5. PRODUCCIÓ ELÈCTRICA .....</b>	<b>44</b>
5.1. PRODUCCIÓ ELÈCTRICA MITJANA .....	44
5.2. RELACIÓ AMB EL CABAL MITJÀ .....	44
5.3. PRODUCCIÓ POSSIBLE I CABAL POSSIBLE.....	44
5.4. GRÀFIC COMPARATIU.....	45
5.5. ESTUDI COMPARATIU D'AUTOABASTIMENT DE LA FÀBRICA .....	46
<b>6. RECALL FOTOGRÀFIC.....</b>	<b>48</b>
6.1. IMATGES DE LA FÀBRICA I DE LA CENTRAL .....	48

<b>7. LA CENTRAL DEL TURÓ DELS CAVALLS (BESCANÓ).....</b>	<b>50</b>
7.1. EXPLICACIÓ DE LA CENTRAL .....	50
7.2. CONTEXT I SITUACIÓ .....	51
7.3. HISTÒRIA DE LES CENTRALS DE VILANNA I DEL TURÓ DELS CAVALLS .....	52
7.4. FUTUR DE LA CENTRAL.....	53
7.5. ARQUITECTURA DE LA CENTRAL .....	54
<b>8. COMPONENTS PRINCIPALS.....</b>	<b>56</b>
8.1. LES TURBINES.....	56
8.1.1. Turbina 1 .....	57
8.1.2. Turbina 2 .....	57
8.2. EL CANAL D' AIGUA.....	58
8.3. LES DUES SORTIDES D' AIGUA .....	59
8.4. DEPURADOR DEL CANAL.....	60
8.5. SALA DE CONTROL.....	61
8.6. GENERADOR.....	62
8.7. TRANSFORMADORS .....	63
8.8. MANTENIMENT .....	64
<b>9. PRODUCCIÓ ELÈCTRICA .....</b>	<b>65</b>
9.1. PRODUCCIÓ ELÈCTRICA MITJANA .....	65
9.2. RELACIÓ AMB EL CABAL MITJÀ .....	65
9.3. PRODUCCIÓ POSSIBLE I CABAL POSSIBLE.....	65
9.4. GRÀFIC COMPARATIU .....	66
<b>10. RECURS FOTOGRAFIC.....</b>	<b>67</b>
10.1. IMATGES DE LA CENTRAL .....	67
<b>11. LA CENTRAL DE VILANNA .....</b>	<b>70</b>
11.1. EXPLICACIÓ DE LA CENTRAL .....	70
11.2. CONTEXT I SITUACIÓ .....	70
11.3. FUTUR DE LA CENTRAL.....	71
11.4. ARQUITECTURA DE LA CENTRAL .....	72
<b>12. COMPONENTS PRINCIPALS.....</b>	<b>73</b>
12.1.1. Turbina 1 .....	73
12.1.2. Turbina 2 .....	74
12.2. EL CANAL D' AIGUA.....	75
12.3. DEPURADOR DEL CANAL.....	76
12.4. SALA DE CONTROL.....	77
12.5. GENERADOR.....	78
12.6. TRANSFORMADORS .....	79
12.7. MANTENIMENT DE LA CENTRAL .....	80
<b>13. PRODUCCIÓ ELÈCTRICA .....</b>	<b>81</b>
13.1. PRODUCCIÓ ELÈCTRICA MITJANA .....	81
13.2. RELACIÓ AMB EL CABAL MITJÀ .....	81
13.3. PRODUCCIÓ POSSIBLE I CABAL POSSIBLE.....	81
13.4. GRÀFIC COMPARATIU .....	82
<b>14. RECURS FOTOGRAFIC DE LA CENTRAL DE VILANNA .....</b>	<b>83</b>
14.1. IMATGES DE LA CENTRAL .....	83

<b>15. ESTUDI VIABILITAT D'ABASTIMENT ELÈCTRIC ALS SERVEIS PÚBLICS DE RIUDELLOTS.....</b>	<b>86</b>
15.1. RESULTATS DE PRODUCCIÓ REGULAR ACTUAL.....	86
15.2. RESULTATS DE PRODUCCIÓ POSSIBLE.....	87
15.3. CONSUM ELÈCTRIC RIUDELLOTS .....	87
15.4. RELACIÓ PRODUCCIÓ / CONSUM.....	87
15.5. GRÀFIC COMPARATIU.....	88
15.6. CONCLUSIONS .....	89
<b>16. COMPARATIVES I CONCLUSIONS FINALS .....</b>	<b>90</b>
16.1. COMPARACIONS TÈCNIQUES GLOBALES .....	90
16.1.1. <i>Comparacions de les Turbines</i> .....	90
16.1.2. <i>Comparació dels Cabals</i> .....	90
16.1.3. <i>Comparació de la Producció</i> .....	91
16.2. COMPARACIONS HISTÒRIQUES I DE CONTEXT .....	92
16.3. CONCLUSIÓ FINAL .....	93
<b>17. BIBLIOGRAFIA I REFERÈNCIES.....</b>	<b>95</b>
<b>18. ANNEXOS.....</b>	<b>97</b>

## Agraïments

Per a la realització d'aquest treball haig d'agrair a moltes entitats i persones la seva col·laboració.

En primer lloc, vull donar les gràcies a la Universitat de Girona, per la gran ajuda que m'ha suposat poder comptar amb l'acceptació de la meva persona en el "*Art Jove Campus de Recerca 2011*", en el qual vaig fer una part important d'estructuració i preparació pel meu treball. També agraeixo a la UdG que se'm permetés accedir a la beca *Botet i Sisó*, la qual m'ha suposat una bona ajuda i una motivació extra per la realització del treball.

També vull agrair a la Universitat la possibilitat d'accedir a la Biblioteca.

A la fàbrica tèxtil Grober S.A., el punt de partida d'aquest treball, per proporcionar-me recolzament per a l'elaboració d'aquest treball i diversos tipus d'informació relacionades amb la central hidroelèctrica de la fàbrica. A l'Ajuntament de Riudellots, gràcies al qual he pogut accedir a les dades necessàries per l'elaboració de l'estudi energètic del treball.

També vull agrair a totes aquelles persones que han col·laborat i m'han ajudat en l'elaboració d'aquest treball de recerca. A Sergio Herraiz, professor d'enginyeria a la UdG, per la seva vinculació i per ser el meu tutor a la beca Botet i Sisó, a Josep Xargayó, també professor de la UdG i tutor del meu treball de recerca durant l'estada al *Art Jove campus de Recerca*; a Fermí Coll, del departament d'enginyeria Elèctrica, electrònica i Automàtica a la UdG, i enginyer responsable de la central hidroelèctrica de la Grober, per a proporcionar-me les dades corresponents a aquesta central i ajudar-me en l'elaboració del propi treball; a Lluís Carbonell, director de la Fàbrica tèxtil La Grober, per proporcionar-me accés a la central, al senyor Prat i a Xavier Massachs per proporcionar-me les dades de les altres dues centrals, a Lluís Soler per aportar-me informació corresponent a la redacció dels apartats històrics de les centrals, als meus companys i amics del Batxillerat tecnològic per al suport i les idees proporcionades, a Francesc Vila, el meu tutor de Batxillerat i professor de tecnologia industrial, a Xavier Farrarons, enginyer mecànic, per proporcionar-me informació interessant respecte a l'estructura del treball de recerca, a Pere Vilaplana per ajudar-me a escollir les peces necessàries pel muntatge i també la pròpia construcció de la maqueta; i sobretot a tota la meva família, a l'hora de mostrar un gran interès pel treball; al meu pare per proporcionar-me els contactes necessaris i donar-me molt bones idees, i a la meva mare per buscar-me informació i ajudar-me a cercar les beques que tant m'han ajudat en aquest treball.

*Sincerament, moltes gràcies a tots!*

# 1. Introducció

Aquest treball de recerca pretén aprofundir en l'estudi del conjunt de centrals Hidroelèctriques del Ter i així tenir una informació detallada de cadascuna d'elles. Per realitzar aquest estudi s'ha escollit únicament les centrals emplaçades al traçat del Ter del terme municipal de Bescanó, degut a la proximitat i per facilitar l'obtenció de les dades necessàries, i arran l'extens nombre del conjunt de centrals de tot el tram fluvial. El motiu pel qual s'ha escollit el tema és l'interès a conèixer i aprofundir en aquesta font d'energia de vital importància a nivell mundial, ja que el factor energètic condiciona la societat i l'economia molt notablement. També és rellevant l'afany de voler conèixer tècnicament els mecanismes, i començar a formar-me dins d'un entorn tècnic industrial en el qual la meua línia acadèmica pot concloure.

Per a la realització del Treball s'han plantejat els següents objectius:

- La realització d'una introducció teòrica a l'energia hidroelèctrica amb l'elaboració d'una maqueta que simularà esquemàticament la producció elèctrica en aquestes centrals.
- Analitzar tècnicament tots i cada un dels aspectes i funcions que les centrals disposen, separant aquest estudi en els diversos components de les respectives centrals, i comprovar com els diferents sistemes influeixen en la generació energètica
- Fer un estudi del context, la història i el futur de les diverses centrals, així com analitzar la seva evolució des d'un punt de vista més cronològic.
- Intentar esbrinar la possibilitat de suplir la demanda energètica dels sistemes i serveis públics d'una població amb la producció conjunta de les diverses centrals.
- Comparar les diferents centrals segons diversos factors, i treure conclusions globals.
- L'elaboració d'un treball pràctic a una de les centrals.

Adicionalment també s'utilitzaran fotografies i citacions referents a les diverses centrals, així com gràfics comparatius i cronològics, per ajudar a la comprensió del treball.

A l'hora d'estructurar el treball, es farà de la següent manera. Estarà dividit en tres grans apartats, corresponents a les tres distintes centrals de les quals el treball es compon. Aquestes seccions, es fraccionaran en tres altres parts cada una. En primer lloc, la posada en context de la central, amb un breu resum de la seva història, i detalls interessants que poden servir com a introducció de cada central.

En segon lloc, hi ha l'apartat tècnic, al qual hi consta l'estudi de tots els òrgans de la central, i totes les dades tecnològicament interessants que aquesta pot oferir.

Aquests mecanismes seran analitzats de forma individual, seguint uns patrons perquè sigui més ràpid i còmode realitzar la comparació a nivell de central (suposant que tal central consta de més d'un d'aquests elements, per exemple, dues o més turbines), i finalment per la posada en comú dels diversos elements de totes les centrals.

Un cop acabada la part d'anàlisi tècnic, prosseguirà un bloc centrat en la producció elèctrica de cada central. En aquests apartats, es realitzarà un estudi de com afecta el cabal del canal a la producció energètica, avaluant les dades mitjanes d'aquests dos factors. Al mateix temps, s'estudiarà quina podria ser la producció turbinant al màxim de la capacitat de les turbines o del canal. Finalment, es realitzarà un estudi de la possibilitat de suplir l'electricitat dels sistemes públics de la localitat de Riudellots de la Selva. (Cal tenir en compte, que l'estudi té com a pretensió avaluar si les centrals tindrien capacitat suficient per cobrir la demanda energètica)

En darrer lloc, cada una de les centrals també inclourà un apartat audiovisual, el qual consistirà en un petit recull d'imatges curioses amb la corresponent breu explicació.

La metodologia del treball consistirà en seguir el curs del riu en sentit invers, realitzant els estudis de les centrals en aquest ordre.

És a dir que per iniciar la recerca d'informació del treball, començaré per la Grober, ja que va ser la minicentral hidroelèctrica que em va portar a realitzar aquest projecte.

També compto amb un gran suport pel meu treball des d'aquesta central, ja que conec personalment el director de la fàbrica (Sr. Lluís Carbonell), i l'enginyer que es fa càrrec de la central, el senyor Fermí Coll.

Un cop realitzats els estudis de les centrals en l'ordre esmentat, i per prosseguir amb l'apartat corresponent a suplir la demanda energètica dels serveis públics, es contactarà amb l'Ajuntament corresponent per aconseguir les dades de despesa elèctrica.

Finalment es realitzarà una bibliografia recollint tots els llibres i llocs dels quals s'ha extret informació per a l'elaboració del treball.

## 1.1. Què és una central Hidroelèctrica?

Per tal de facilitar l'enteniment del conjunt de prescripcions i detalls tècnics que es recullen en el treball sobre les centrals Hidroelèctriques, a continuació s'explicarà breument el funcionament d'aquestes centrals i es farà un resum sobre aquesta font d'energia:

L'energia hidràulica, o hidroelèctrica, consisteix en l'aprofitament de l'energia cinètica (Aquella capaç de fer un treball degut al moviment momentani).

Es considera una energia renovable, i en el cas de les minicentrals com les que aquest treball recull, energia verda ja que l'impacte ambiental és mínim. Aquesta font d'energia en conjunt suposa una quarta part de la producció mundial d'electricitat.

Una central hidroelèctrica és aquella que aprofita l'energia hidràulica per a la producció d'electricitat. Per fer-ho, les centrals utilitzen l'energia potencial que té l'aigua acumulada a les preses, i aquesta aigua acumulada degut al desnivell té una energia potencial, la qual es transforma en cinètica (adquireix velocitat).

La caiguda entre aquests dos nivells, crea moviment cinètic de rotació a les turbines, les quals transmeten aquesta energia a uns generadors on és transformada en energia elèctrica. L'explicació del funcionament es durà a terme explicant les diferents parts de la central i la relació que hi ha entre elles. L'esquema de la dreta ajuda a situar cada un dels components

Presa: És l'encarregada de retenir i reservar l'aigua, per poder-la utilitzar quan sigui necessari. En les centrals minihidràuliques que estudiarem no hi ha presa, ja que són centrals de Cabal Fluent, i no disposen de la capacitat d'emmagatzemar aigua. Utilitzen l'energia del propi tram fluvial.

Vàlvules, comportes, i reixes: S'encarreguen de permetre l'accés d'aigua al següent tram, i també de filtrar les possibles impureses que la presa pogués tenir.

Canal: És un simple component de transmissió de l'aigua filtrada fins al següent impàs.

Turbina(es): Són les encarregades de transformar l'energia cinètica que porta l'aigua en energia de rotació. És de les parts més importants de la central, ja que de les turbines en deriva el rendiment, i bona part del manteniment de la central. Van acompanyades d'un generador que transforma aquesta energia mecànica en elèctrica, adjunt a la mateixa turbina



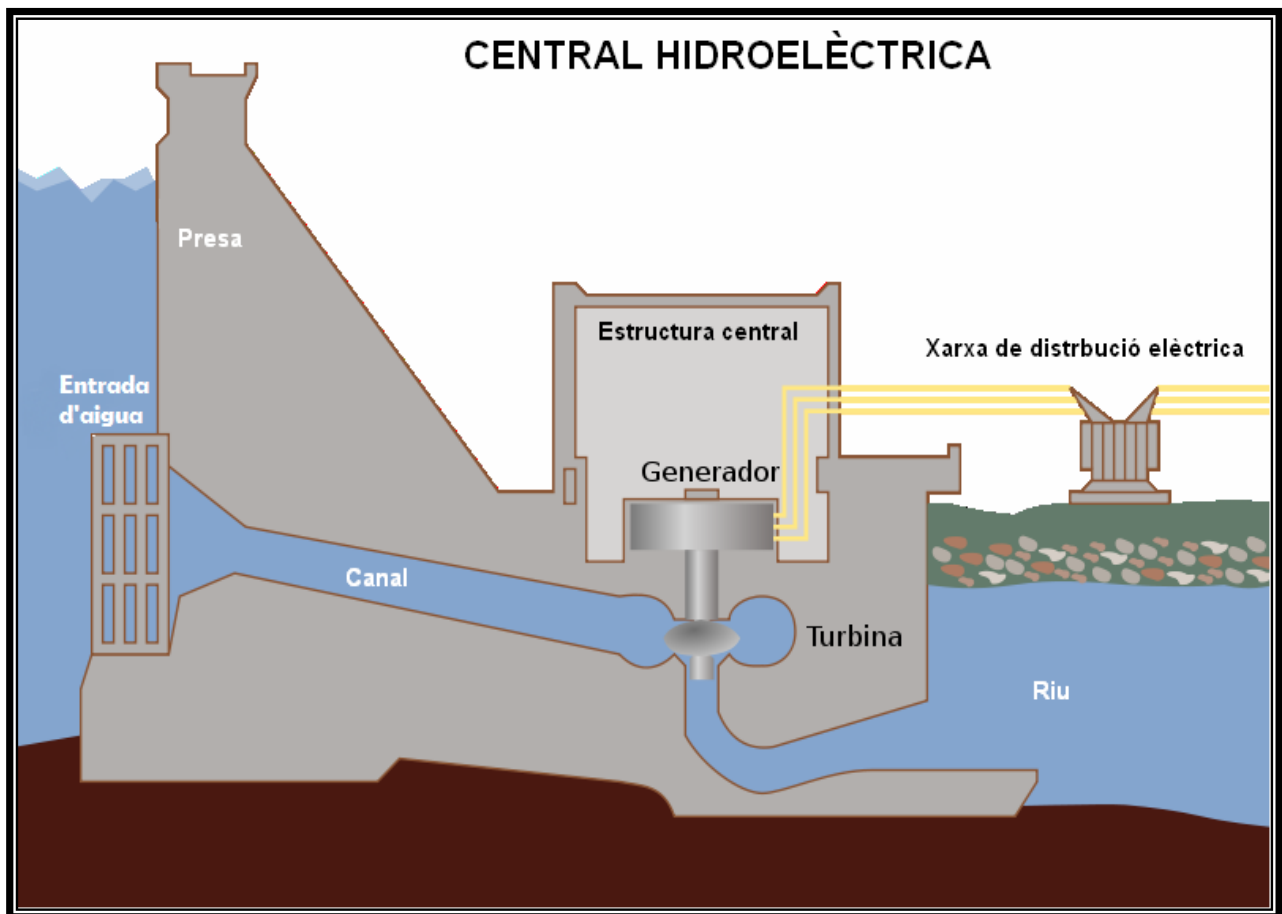
Riu: L'aigua que surt de la turbina es retorna al curs natural del riu

Xarxa elèctrica: El conjunt de línies elèctriques s'encarreguen de transportar l'electricitat produïda per la central hidràulica fins la destinació corresponent.

En el cas que la central hidroelèctrica s'utilitzi com a *autoabastidora* d'una fàbrica – per exemple Tèxtil – del costat, no és necessària una xarxa elèctrica de transport equivalent a la que utilitzaríem en l'altre cas, sinó que tant sols es requeriria una petita central transformadora o un adaptador per canviar el voltatge que la central produeix i adaptar-lo al que la indústria requereix.

Sala de Control: Tot i que moltes centrals són autòmats i es regulen elles mateixes, sempre hi ha un grau de control superior que és el manual. És a dir, que les centrals es poden controlar manualment en el cas que es prefereixi que no ho facin elles mateixes.

Per això es requereix una sala de control, on també hi ha panells de dades, com per exemple l'electricitat que s'està produint, el percentatge d'aigua que hi ha a la presa, etc.



Esquema d'una central Hidroelèctrica, amb les parts definides. (cal tenir en compte que en les centrals *minihidroelèctriques* no hi ha Preservador d'aigua). (Adequació i traducció d'imatge d' internet)

## **1.2. Elaboració d'una maqueta de generador hidroelèctric**

### 1.2.1. Introducció

Aquest apartat pretén acostar d'una manera més directa el procés que té lloc a una central hidroelèctrica a l'hora de produir electricitat.

La maqueta és completament esquemàtica, ja que el principal objectiu d'aquesta és mostrar que la força de l'aigua pot generar energia en forma de moviment rotatori, el qual és la base de tots els sistemes de producció elèctrica.

### 1.2.2. Base teòrica i aclariments

Com s'ha explicat anteriorment, una central hidroelèctrica aprofita un desnivell natural o artificial per transformar l'energia potencial de l'aigua a la part superior d'aquest desnivell, en energia cinètica al punt on entra en contacte amb la turbina (també cal tenir en compte la velocitat en la qual viatja l'aigua en aquell tram de riu a l'hora de considerar les energies).

En la maqueta, aquest desnivell serà simulat amb una bomba que transportarà l'aigua del magatzem fins a la part superior de la turbina amb un tub. D'aquesta manera s'aconsegueix crear aquesta diferència d'alçada i ens estalviem un segon dipòsit situat a una altitud major.

La bomba requereix una alimentació la qual es proporcionarà amb un transformador elèctric endollat directament a la línia. Per tant, cal tenir en compte que aquesta maqueta no és rentable, ja que consumeix més energia per accionar la bomba que la resultant del moviment produït per la turbina. És a dir, aquesta maqueta no té finalitats productives.

La generació energètica serà produïda a partir d'una dinamo acoblada a l'eix de rotació de la roda que l'aigua accionarà i farà rotar. La electricitat produïda serà destinada a una bombeta en un panell exterior.

### 1.2.3. Material

Per a la realització d'aquesta maqueta necessitem:

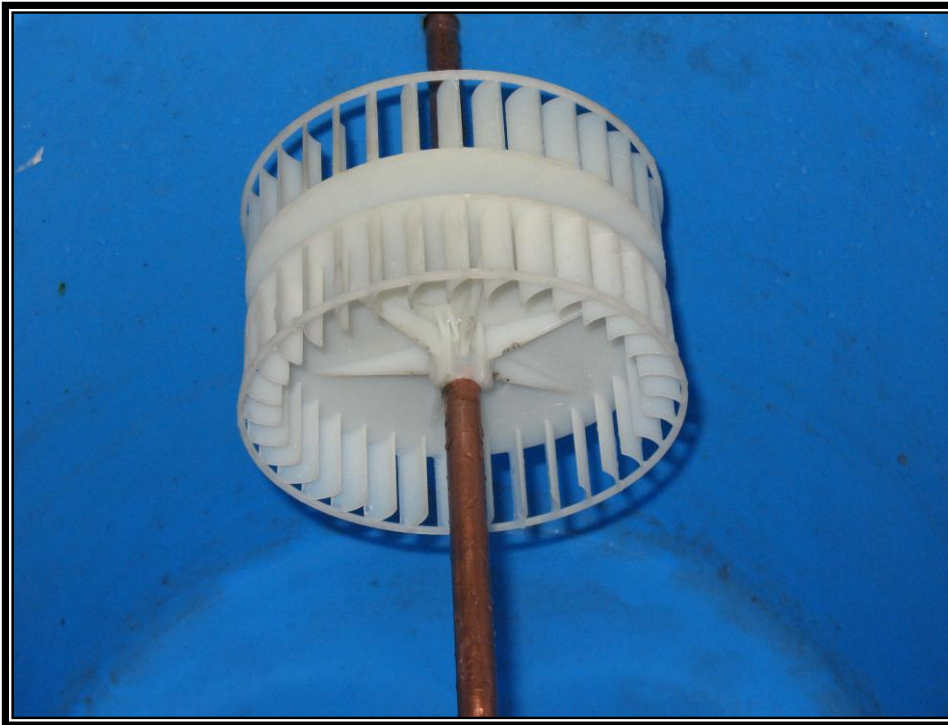
- Un recipient de plàstic de forma cilíndrica (test de jardí) que utilitzarem com a dipòsit d'aigua.
- Una bomba d'aigua (utilitzarem una bomba de calefacció) i acoblaments necessaris
- Un tub de plàstic semirígid i reductors varis per la boca del tub
- Una roda de plàstic amb aspes que simularà la turbina.
- Una dinamo (de bicicleta)
- Un tub de coure que farà d'eix, un tub de plàstic curt.
- Eines necessàries pel muntatge

#### 1.2.4. Muntatge

- 1- Foradem la roda de plàstic de tal manera que s'hi pugui col·locar l'eix
- 2- Acoblem l'eix de coure a la roda de plàstic, i fixem la unió amb adhesiu instantani.
- 3- Prosseguim foradant el "test de jardí cilíndric" corresponent al diàmetre de l'eix.
- 4- Col·loquem el conjunt eix-roda als forats del recipient, de tal manera que la roda de plàstic quedi centrada.
- 5- Foradem el test tenint en compte el diàmetre del tub que conduirà a la bomba.
- 6- Acoblem aquest tub al forat realitzat per mitjà d'un sistema que permeti desfer la unió quan es vulgui. Aquest tub s'acoblarà a l'entrada d'aigua de la bomba.
- 7- Per fer les unions tubs-bomba cal unir la bomba amb el reductor corresponent.
- 8- També cal realitzar una unió elèctrica monofàsica amb la bomba per l'alimentació.
- 9- A continuació, acoblem un altre tub a la sortida d'aigua de la bomba.
- 10- Situem l'extrem d'aquest últim tub de sortida en una posició alineada amb la roda hidràulica i el fixem amb un suport.
- 11- Realitzem amb material divers un reductor de cabal de sortida a la boca del tub per tal que l'aigua en aquest punt surti amb més pressió.
- 12- Acoblem la dinamo al test amb cargols.
- 13- Realitzem el punt de transmissió dinamo eix amb un petit tub de plàstic.
- 14- Realitzem el muntatge de la bombeta i l'unim a sobre la dinamo

Només caldrà connectar la bomba a la xarxa elèctrica, i durant el cicle la bombeta del panell exterior s'il·luminarà. Cal tenir en compte que el circuit pot presentar pèrdues d'aigua, les quals poden arribar a comportar un dèficit del líquid que obligui a realitzar una nova aportació per tal de continuar amb el cicle.

### 1.2.5. Fotografies del muntatge



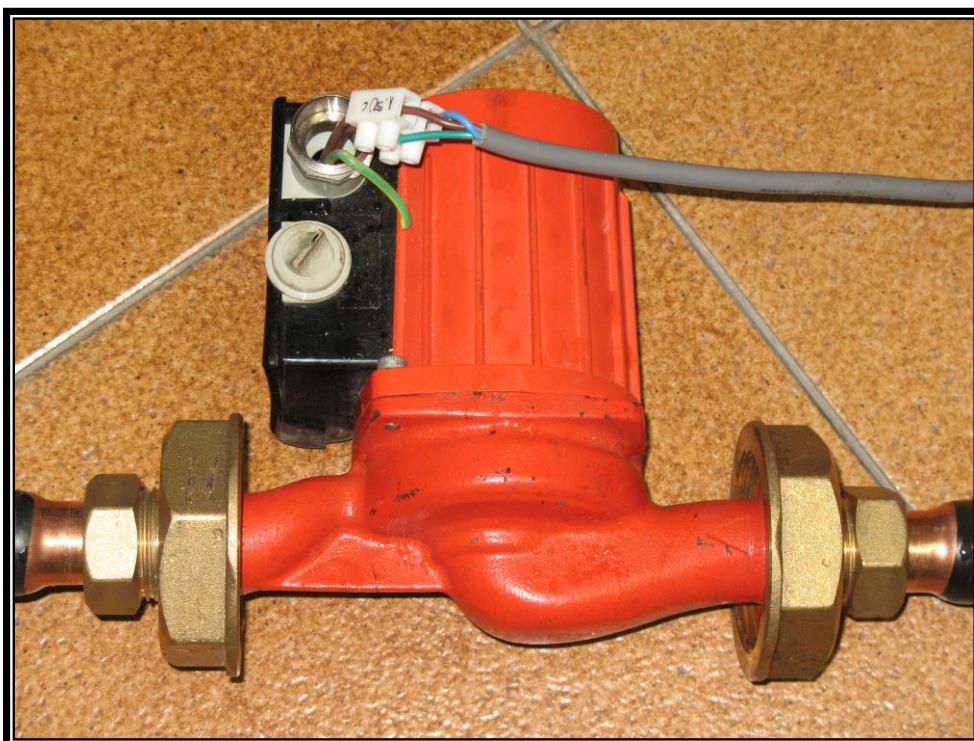
Fotografia que mostra els passos 1, 2, 3 i 4 del muntatge. Aquí es pot veure la roda que es farà servir per aconseguir rotació, foradada pel mig i unida a un eix de coure. Es poden observar la gran quantitat d'aspes que té la roda, per tal de recollir més quantitat d'aigua i aconseguir així un major accionament.



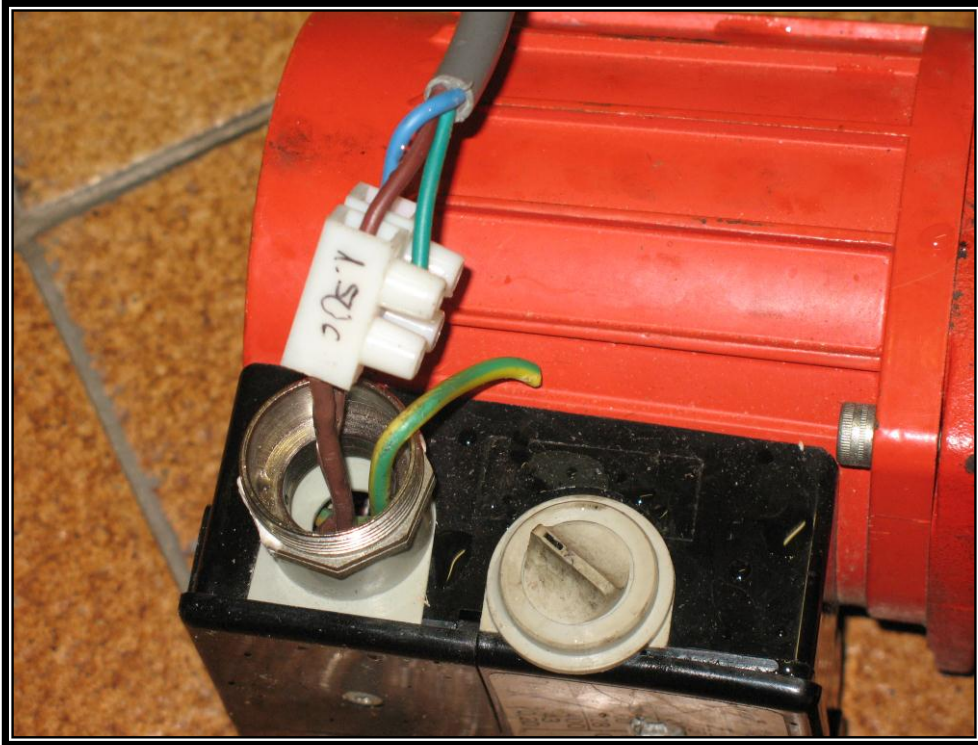
Imatge del pas 5. Aquí es pot veure el forat de sortida d'aigua del test (recipient que contindrà l'aigua). També s'hi observa la construcció adient amb arandel·les de plàstic i metàl·liques, per tal de crear una sortida sense fuites d'aigua.



Exterior de la imatge anterior. El forat d'escapament va acompanyat d'aquest tub roscat per tal de poder realitzar la unió adient amb el tub. Quan unim el tub que portarà l'aigua fins a la bomba, solidaritzarem la unió amb una argolla roscada amb tornavís estrella.



En aquesta fotografia podem observar la bomba que accionarà l'aigua (Antiga bomba de calefacció de l'IES Castell d'Estela). Si poden observar els reductors roscats a cada extrem de la bomba



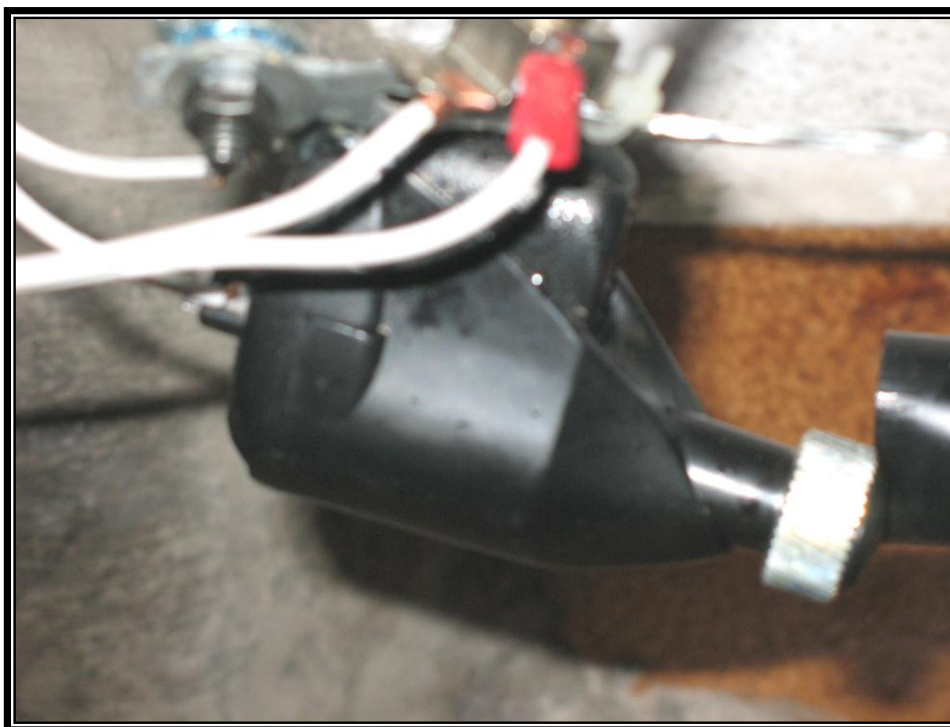
Imatge corresponent a la bomba ja mostrada a la fotografia anterior. Per tal de reactivar el funcionament d'aquesta bomba, es va haver de lubricar interiorment, desencallar el sistema de selecció de velocitat (la bomba té tres nivells de bombeig que es seleccionen amb la rodeta blanca de la imatge, però aquesta estava totalment encallada). També s'hi mostra la unió entre el cable d'alimentació i l'entrada elèctrica.



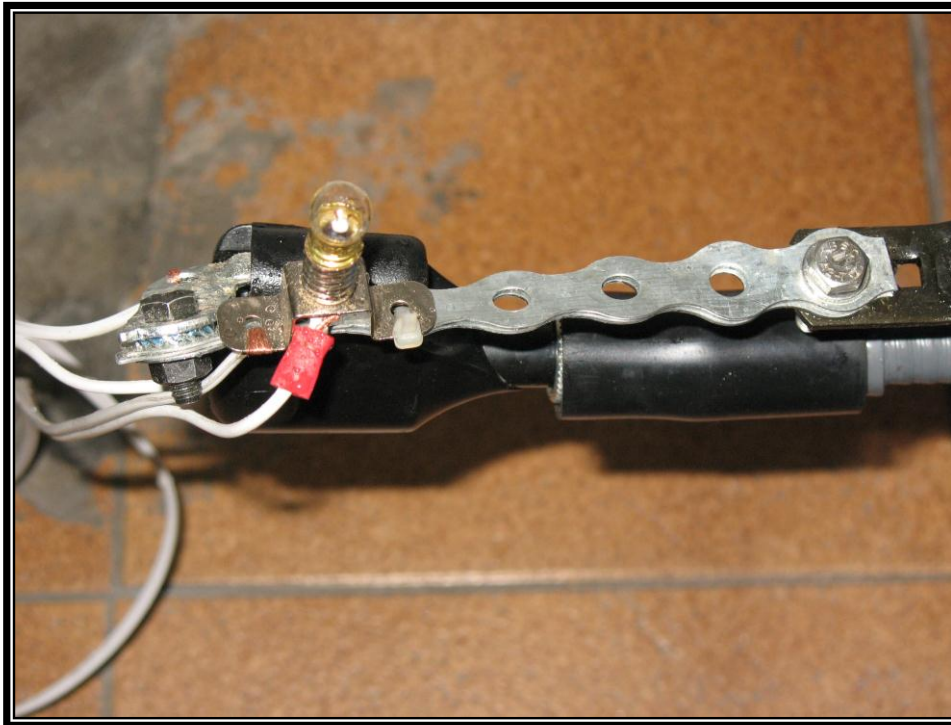
Fotografia del muntatge d'unió entre el tub de sortida i la boca de la bomba. Recordem que cal solidaritzar aquesta unió amb una argolla roscada amb tornavís tal i com s'està fent a la fotografia.



Fotografia de l'extrem del tub. Si poden observar els reductors de diàmetres corresponents per tal d'aconseguir una pressió hidràulica superior a la sortida.



Imatge corresponent al generador de la maqueta, la dinamo.



Fotografia del muntatge complet entre l'eix i la dinamo. Podem observar que aquests dos elements estan units per mitjà d'un petit tub de plàstic que fa de transmissor. Recordem que a posteriori cal fixar aquest tub amb una argolla (no present a la imatge), per tal de que no corri endavant i s'acabi frenant pel fregament amb l'estructura de la dinamo. La bombeta és alimentada a partir de fils de coure de la dinamo a la pròpia bombeta.



Fotografia en que es pot apreciar la bomba unida al tub que condueix fins a la bomba, el cable d'alimentació de la pròpia bomba i el sistema d'unió entre la bomba i els conductes (amb una utilització de cinta aïllant considerable).





**Imatge final del muntatge de la maqueta**

*Nota: Totes les imatges són d'elaboració pròpia*

## **1.3. Context i situació general del treball**

### **1.3.1. El Ter**

Per posar en context de forma global aquest treball, s'analitzarà el riu en el qual hi ha situades les centrals, el Ter.

El Ter és un riu català que neix al Pirineu oriental i desguassa a la Mediterrània. El seu naixement és concretament al poble d'Ulldeter, dins el terme de Setcases (El Ripollès), a la vall glacial de Morenç (2.400metres d'altura sobre el nivell del mar). La seva desembocadura és a Pals (Baix Empordà), situat a 168km en línia recta del lloc on neix.

La conca d'aquest riu recull les aigües provinents de les valls pirinenques situades entre la Collada de Toses i Montfalgars. Llavors, travessa la depressió central catalana per la Plana de Vic. A continuació travessa les Guilleries, l'extrem septentrional de la depressió prelitoral, i finalment desemboca en terres empordaneses.

L'extensió total de la seva conca és de 3.000km<sup>2</sup> aproximadament, i la longitud és de 195km, vencent un desnivell de 2.400metres.

Si estudiem l'aportació de materials dels diversos afluents del Ter, ens trobem amb diverses dureses: durs als Pirineus, més tous a Ripoll, durs i tous a la plana de Vic, durs a les Guilleries, i tous a l'Empordà. Aquests factors provoquen que el Ter erosioni amb més o menys èxit el substrat formant valls amples (molt erosionades), i passos més estrets – congostos – on el curs fluvial s'encaixa entre el rocam. Per a la instal·lació de centrals hidroelèctriques, es necessiten zones erosionades, és a dir valls com la que trobem al municipi de Bescanó.

A part de les centrals, també és un riu molt aprofitat pel gran nombre de fàbriques que funcionen totalment o parcialment amb les seves aigües, però en canvi la seva utilització pel conreu de regadiu no és tant important.

### 1.3.2. Clima

La influència climàtica del riu va lligada majoritàriament al clima pertanyent a les Guilleries, i així, el clima de les centrals de Bescanó també, degut a la proximitat amb aquestes muntanyes.

Com s'ha explicat abans, les Guilleries estan localitzades a la serralada Prelitoral, i tenen la influència climàtica mediterrània, amb unes condicions fresques.

Les Guilleries tenen una temperatura mitjana inferior als 12°C. Les temperatures mitjanes mínimes són entre 5 i 9°C, i les mitjanes màximes entre 30 i 35°C

### 1.3.3. Precipitacions

El rendiment i producció de les centrals hidroelèctriques van molt lligats a les precipitacions el riu del qual s'extreu l'aigua rep.

Als trams alts del riu Ter, es superen els 1000 litres/m<sup>2</sup> anuals amb certa regularitat. La pluviometria a la resta de la conca presenta una notable irregularitat ja que a l'estiu la pluja pot ser escassa i a la tardor tendeix a ser abundant. Tot i això hi ha una precipitació mitjana de 800-900 litres/m<sup>2</sup>.

El cabal mitjà del Ter al travessar les Guilleries és de 19.7m<sup>3</sup>/s (Abans dels embassaments de Sau, Susqueda i el Pasteral).



Fotografia del riu Ter abans d'arribar al pantà de Susqueda. Envoltat per les Guilleries. (Imatge escanejada d'un llibre sobre el Pantà de Susqueda)

## 2. La Grober

### 2.1. Explicació de la Grober

#### 2.1.1. La Fàbrica tèxtil

El recinte on trobem la primera central del nostre treball, correspon a la indústria tèxtil “La Grober”.

La Grober és una Fàbrica tèxtil situada a la sortida de Bescanó sentit Olot. Com a empresa, Grober S.A. va néixer el 1890. La primera fàbrica va ser construïda a la ciutat de Girona, on es van aprofitar els ossos sobrants dels escorxadors gironins per fabricar-ne botons.

El fundador d'aquesta primera fàbrica va ser l'italià *Don Cristóbal Grober Viotti*.

Anys més tard, al 1895, tingué lloc la inauguració de la fàbrica Grober de Bescanó. Aquesta va ser instaurada al lloc corresponent a un antic molí construït al segle XVI, que utilitzava aigua del riu Ter. Amb la implantació de la central, el molí va ser transformat en una central hidroelèctrica, la qual avui encara està en funcionament i estudiarem a continuació.

La fàbrica tèxtil “La Grober”, continua en producció, elaborant cordons de sabates, cintes elàstiques, trenes i botons, per marques com *Camaleón* i *Victoria*

La fàbrica consta de 1.600 màquines de trenar, funcionant de forma automàtica i tant sols requerint personal per a canviar les bobines de fil. Podríem dir que la Grober és un símbol de la industrialització de Bescanó, amb els seus alts i baixos. Hi han treballat diverses generacions de bescanonins, i actualment consta d'una plantilla de 100 empleats.

Interior de la Fàbrica Tèxtil; màquines de Trenar (Imatge extreta d'internet)



### 2.1.2. La Central Hidroelèctrica

Com ja he esmentat abans, la central hidroelèctrica que tot seguit el treball analitza, va néixer amb la construcció de la Fàbrica Tèxtil. Concretament va entrar en funcionament l'any 1894, un any abans de la inauguració de la fàbrica.

La central hidroelèctrica turbina aigua del riu Ter, desviada per un canal del qual més endavant n'explicarem el seu funcionament. Aquest canal també és utilitzat per altres centrals de mida semblant al llarg del tram d'aquesta infraestructura de transport d'aigua.

Com tot aparell necessita un manteniment i una constant renovació per garantir el seu bon funcionament, i per poder anar adaptant-se a la nova tecnologia per no quedar obsoleta o no ser rendible. Subministra 3 milions de kilowatts l'any. Està totalment informatitzada, connectada a la UdG (*Universitat de Girona*), de manera que un tècnic pot ser a Bescanó 20 minuts després de produir-se una incidència.

Els sistemes més importants de la central i que s'explicaran a continuació són els següents:

- Les 3 turbines
- Canal d'aigua
- Depuradora del Canal
- Transformadors elèctrics
- Generador
- Sala i aparells de Control
- Xarxes de distribució elèctrica
- Sistemes de manteniment de la central

Gràcies a la gran organització de les dades d'aquesta central, s'ha pogut accedir a una quantitat molt superior de dades que les altres dues centrals (entre les quals, es poden destacar valors econòmics de manteniment de cada element, rendiments de les turbines, que a la central del Turó dels Cavalls i Vilanna no estan disponibles o quantificades).

### 1.1.1 Relació Central i Fàbrica

La Central va ser construïda per complementar la fàbrica, com a una unitat més dins d'aquesta.

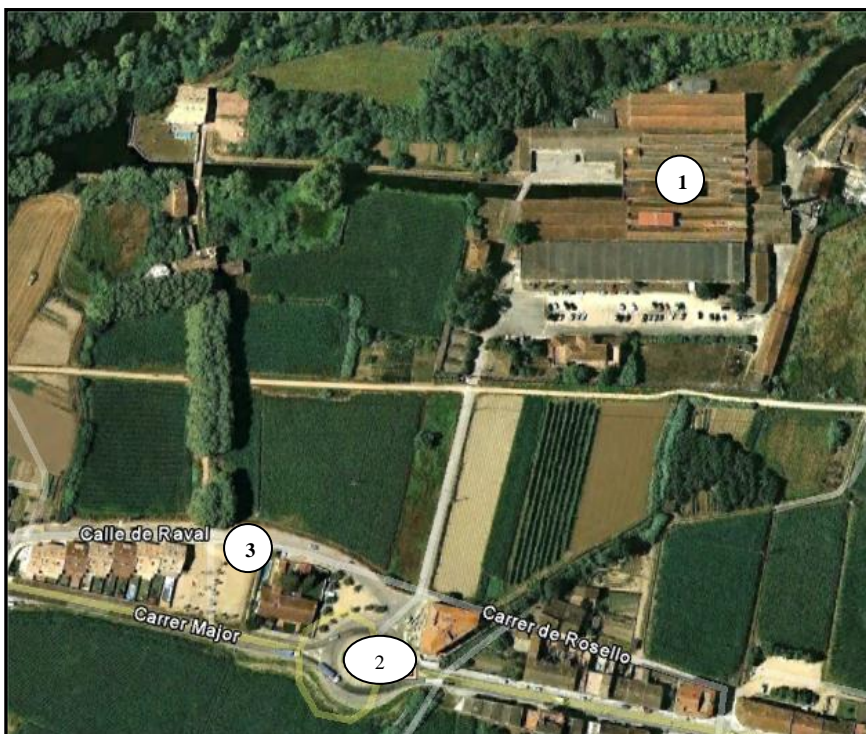
En un primer moment la central complia amb la tasca de suplir la demanda energètica de la fàbrica tèxtil, és a dir, realitzar la funció *autoabastiment* per no dependre de la companyia elèctrica, ja que era més econòmic fer-se l'electricitat que no pas comprar-la a la companyia. Actualment la companyia ven l'energia generada a la companyia i la utilitzada en la fàbrica és comprada.

Estan construïdes lateralment, dins del mateix recinte industrial.

## 2.2. Context i Situació

La central (1) està situada al peu del carril bici que passa per les afores de Bescanó, seguint un recorregut paral·lel amb el riu que subministra l'aigua a la pròpia central. És molt fàcil de localitzar ja que es va construir en una zona visible, i des de la carretera principal es pot divisar durant un temps. Està a uns cent-cinquanta metres de la zona urbanitzada de "El Raval (3)", i s'accedeix a la central per un tram d'aquesta mateixa distància que empalma amb el Carrer Major (2).

Per tots aquells que freqüenten el carril bici, aquesta central és un icona important, marcada per una xemeneia de maons que actualment està en total desús.



Fotografia Aèria  
de *Google Maps*

## 2.3. Història de la Central

Per l'explicació històrica de la central cal remuntar-se als orígens de l'empresa "Grober". Societat Anònima Grober, neix al 1890, quan *Don Cristóbal Grober Viotti*, estableix a la ciutat de Girona una nova indústria dedicada a la creació i elaboració de material tèxtil tals com trenes, llana, cotó i botons. A la ciutat, un grup de residents italians pressionaren per a la creació d'aquesta fàbrica.

Més tard, concretament 5 anys (1895), es va obrir una fàbrica bessona, aquest cop al poble del costat (Bescanó), on actualment hi ha ubicada la central hidroelèctrica estudiada. La fàbrica va ser construïda a l'emplaçament d'un antic molí amb el dret d'utilitzar les aigües del riu ter des del segle XVI. Aquest va ser reemplaçat per l'actual central hidràulica. Aquesta servia per abastir la demanda energètica en forma d'electricitat de la fàbrica tèxtil, la qual es dedicava gairebé exclusivament a la filatura.

Duran la guerra civil espanyola la fàbrica de Girona va ser col·lectivitzada fins el 1939.

Un cop les tropes republicanes es varen retirar, la fàbrica es va incendiar i va quedar inservible. Hi hagué un interval de temps on es va aturar l'activitat, la qual va retornar al 1949. Anys més tard, exactament al 1975 es va procedir a la instauració de les oficines de l'empresa i de la producció tèxtil total a la fàbrica de Bescanó.

## 2.4. Futur de la Central

La data d'elaboració d'aquest treball correspon a un moment de crisi a nivell global.

El futur de la central està directament lligat al futur de l'empresa, i el moment de crisi en el qual estem vivint, condiona de manera important a aquesta empresa. En els últims anys s'ha hagut de realitzar una remodelació de plantilla, deixant a membres del personal de la fàbrica fora de la producció.

L'empresa té una sucursal a Ciutat de Mèxic, la qual treballa amb teixits i *composites*, els quals s'utilitzen per calçat de seguretat i per interiors exclusius de cotxes de competició.

El futur de l'empresa depèn doncs, de les dos fàbriques situades una a Bescanó i l'altre a Ciutat de Mèxic. Aquesta última s'espera que en un futur proper, aconseguixi suposar el 40% de la facturació de l'empresa. Respecte la central de Bescanó, no hi ha projectes de creixement.

La central en concret, avança cap a un sistema més autònom cada dia (ja que actualment ja no necessita personal de control directe).

Podem concloure doncs que el futur de la central depèn totalment de les decisions de l'empresa, ja que l'hipotètic tancament d'aquesta suposaria la clausura de la central.

## 3. Components de la Central

### 3.1. Les Turbines

Com s'ha explicat anteriorment, les turbines són la peça fonamental de les centrals hidroelèctriques. Per aquest motiu, s'expliquen en primer lloc, i l'explicació dels altres components anirà relacionada amb aquest. Aquest apartat constarà de l'explicació tècnica de les tres turbines del qual la central hidroelèctrica de La Grober consta. Per fer-ho, s'utilitzarà una fitxa tècnica en el qual hi haurà recollides totes les dades, acompanyades també de breus explicacions.

Per tal de facilitar la comprensió dels següents apartats, es realitzarà un concret resum sobre els diferents tipus de turbines que existeixen, ja que no totes les que apareixen en aquest treball són de la mateixa família. És important doncs, conèixer bé els distints aspectes de cada classe, ja que entre aquestes agrupacions les característiques sí que són molt similars. Conèixer bé els diferents formats de turbina també ens facilita una millor apreciació i interpretació de les dades tècniques d'aquesta.

La classificació és la següent:

Turbines d'acció: Són aquelles en que el fluït (l'aigua del canal) és aplicat directament i a pressió ambient sobre la turbina per fer-la moure. La pressió hidràulica també es manté constant durant tot el seu recorregut, i per tant no es necessita aspiració

Turbines de reacció: En aquestes el fluït sofreix un canvi de pressió considerable. Al entrar a la turbina la pressió és superior a l'atmosfèrica i al sortir és inferior. Per tant, requereixen d'un sistema d'aspiració per retornar l'aigua al canal.

Segons l'altura de caiguda d'aigua també es pot realitzar la següent classificació:

Turbines Pelton: Una de les turbines hidràuliques més eficients. És utilitzada per grans desnivells (+200metres) i amb baixos caudals, la qual cosa comporta que hagin de treballar a alta pressió. És una turbina *d'acció*.

Turbines Francis: Utilitzades sobretot en desnivells d'entre 20 i 200metres. Treballen a una pressió mitjana de l'aigua. S'usa en caudals mitjans, i la pressió resultant també és de mitjana intensitat. Pot produir potències elevadíssimes, i és una turbina *de reacció*.

Turbines Kaplan: Utilitzades en desnivells inferiors als 20metres i en caudals molt grans, els correspon una pressió molt baixa. Tenen la característica de poder variar l'angulació de les seves pales durant el funcionament. És una turbina *de reacció*.



### 3.1.1. Turbina 1



<b>Any de Construcció</b>	1935
<b>Fabricant</b>	J.M. Voith
<b>Lloc de Procedència</b>	Alemanya
<b>Tipus de Turbina</b>	Kaplan
<b>Freqüència d'ús</b>	Permanent
<b>Valor econòmic</b>	464.000 €
<b>Manteniment</b>	15.000 €/any
<b>Potència màxima</b>	415 Kw
<b>Potència mitjana</b>	250 Kw
<b>Rendiment 1</b>	86 %
<b>Rendiment 2</b>	52 %
<b>Producció elèctrica 1</b>	1.397 Mw.h
<b>Producció elèctrica 2</b>	3.635 Mw.h

El **rendiment 1** és el rendiment estàndard que tots entenem, donat per la relació mitjana entre potència generada realment i la consumida. El **rendiment 2** és el càlcul donat per la relació entre la potència màxima que la turbina podria generar (amb el seu cabal màxim) i la que genera mitjanament els últims anys.

La **Producció elèc. 1**, és la mitjana de la producció en els últims anys. La **Producció elèc. 2**, és aquella que s'aconseguiria a màxim cabal, i per tant, a màxima potència.

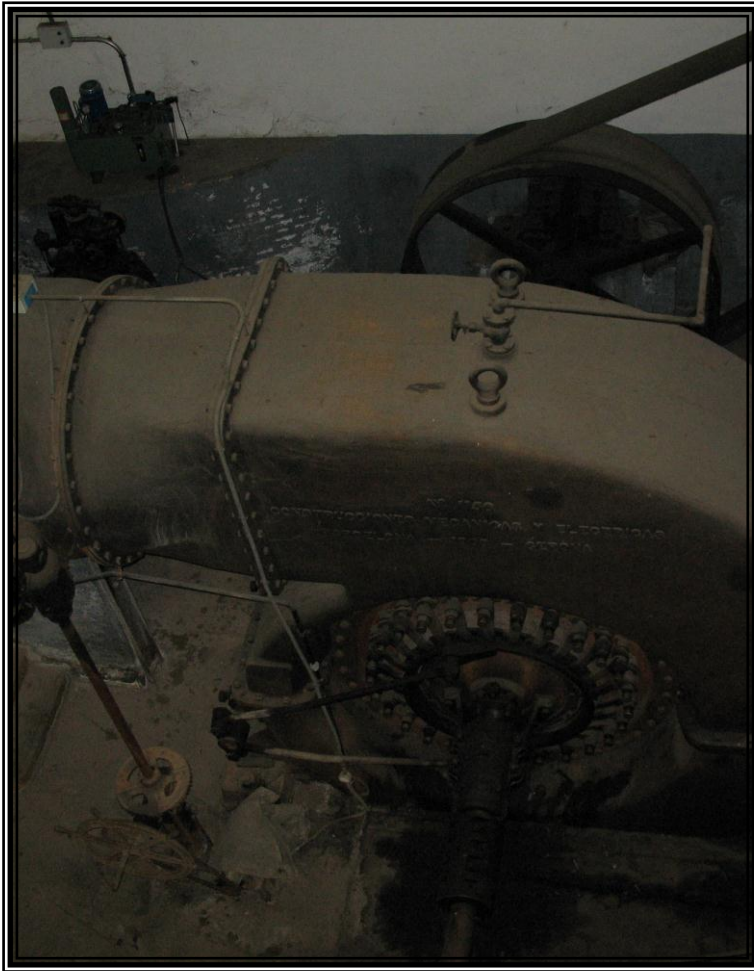
#### Explicació detallada

És la turbina situada a l'extrem est (considerant com a punt de referència la porta d'entrada) de l'edifici de la central. És una turbina amb més de 75 anys d'antiguitat, però a la data en que va ser adquirida era de les millors del mercat. Aquest detall, encara es pot apreciar avui dia, on canviar aquestes turbines que per l'edat podrien semblar velles, costaria una suma de diners molt important, i el rendiment es veuria minsament incrementat tot i les noves tecnologies. Això demostra la qualitat d'aquesta turbina.

#### Altres detalls importants

És la turbina principal de la central, la més utilitzada ja que és la que permet un major rendiment. Això és degut a que la seva producció no decau tan sobtadament com les altres turbines al reduir-se el cabal, ja que la seva teòrica línia de producció/cabal es manté sense davallades més temps al veure's afectat negativament el cabal. Tot i això aquests rendiments són molt baixos degut als règims pluviomètrics del Ter. (Imatge d'elaboració pròpia)

### 3.1.2. Turbina 2



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Fabricant</b>	C. M. E <sup>1</sup>
<b>Lloc de Procedència</b>	Barcelona
<b>Tipus de Turbina</b>	Francis*
<b>Freqüència d'ús</b>	Esporàdica
<b>Valor econòmic</b>	64.000€
<b>Manteniment</b>	2.400€/any **
<b>Potència màxima</b>	95Kw
<b>Potència mitjana</b>	75Kw
<b>Rendiment 1</b>	45%
<b>Rendiment 2</b>	8%
<b>Producció elèctrica 1</b>	49,5 Mw.h
<b>Producció elèctrica 2</b>	788 Mw.h

El **rendiment 1** és el rendiment estàndard que tots entenem, donat per la relació mitjana entre potència generada realment i la consumida. El **rendiment 2** és el càlcul donat per la relació entre la potència màxima que la turbina podria generar (amb el seu cabal màxim) i la que genera mitjanament els últims anys.

La **Producció elèc. 1**, és la mitjana de la producció en els últims anys. La **Producció elèc. 2**, és aquella que s'aconseguiria a màxim cabal, i per tant, a màxima potència.

#### Explicació detallada

Aquesta turbina està situada just al centre de l'edifici. La seva posició és inferior a la del terra, degut a la seva forma i grandària. Observada des de l'exterior, es poden veure els mecanismes de rotació, d'una mida molt més gran de la que es pot apreciar a la fotografia.

El seu rendiment a mesura que cau el cabal decreix molt.

\* És una turbina Francis amb doble eix de sortida

\*\* Aquest seria el cost del manteniment si el seu funcionament fos regular

#### Altres detalls importants

És una de les úniques turbines d'aquest tipus que consta de dues sortides en el mateix eix. És a dir, que el propi eix que transmet el moviment, és capaç d'abastir a 2 alternadors alhora, no només un com acostuma a passar amb aquest tipus de turbina.

Es considera únicament un generador d'emergència. Actualment es troba amb alguns problemes de manteniment que fan dubtosa la seva reparació i per tant la seva posada en marxa. <sup>1</sup>C.M.E - Construccions mecàniques i elèctriques. (Imatge d'elaboració pròpia)

### 3.1.3. Turbina 3



<b>Any de Construcció</b>	1910
<b>Fabricant</b>	Planas Flaquer
<b>Lloc de Procedència</b>	Girona
<b>Tipus de Turbina</b>	Francis*
<b>Freqüència d'ús</b>	Esporàdica
<b>Valor econòmic</b>	85.000€
<b>Manteniment</b>	4.200€/any **
<b>Potència màxima</b>	125Kw
<b>Potència mitjana</b>	80Kw
<b>Rendiment 1</b>	78%
<b>Rendiment 2</b>	42%
<b>Producció elèctrica 1</b>	280,5 Mw·h
<b>Producció elèctrica 2</b>	1.095 Mw·h

El **rendiment 1** és el rendiment estàndard que tots entenem, donat per la relació mitjana entre potència generada realment i la consumida. El **rendiment 2** és el càlcul donat per la relació entre la potència màxima que la turbina podria generar (amb el seu cabal màxim) i la que genera mitjanament els últims anys.

La **Producció elèc. 1**, és la mitjana de la producció en els últims anys. La **Producció elèc. 2**, és aquella que s'aconseguiria a màxim cabal, i per tant, a màxima potència.

#### Explicació detallada

Es considera una turbina auxiliar, només per casos especial d'averia o manteniment de la turbina principal. En aquests moments es troba en estat d'averia i es dubtosa la seva reparació.

\* Francis d'eix vertical

\*\* Si tingués una producció regular.

#### Altres detalls importants

La marca d'aquesta turbina és la mateixa que trobem a les de Vilanna (Planas Flaquer), marca que treballava a les ciutats Girona i Barcelona.

Aquesta turbina està situada a una sala petita contigua a la sala principal de turbines.

(Imatge d'elaboració pròpia)

## 3.2. El Canal d'Aigua



<b>Any de Construcció</b>	1895
<b>Nombre de persones</b>	100
<b>Cost econòmic</b>	286.000€
<b>Manteniment</b>	6500€/any
<b>Cabal màxim possible</b>	12m <sup>3</sup> /s
<b>Cabal Regular</b>	3m <sup>3</sup> /s
<b>Fondària</b>	2 – 3m
<b>Amplada (part superior)</b>	12m
<b>Material de construcció</b>	Pedra, formigó
<b>Longitud total</b>	1.7Km
<b>Naixement / Final</b>	Turó/Bescanó

L'apartat **Nombre de persones**, fa referència a tota la mà d'obra que va participar en la construcció del canal. El **Cost econòmic** suposa els diners amb que està valorat el canal. El **cabal màxim possible** és tota l'aigua que cap al canal. El **Material de construcció**, fa referència al morter que s'utilitza i al material estructural.

Finalment, la **Longitud total** és la distància entre els punts **Naixement** i **Final**.

### Altres detalls importants

És el desenllaç del tram de canal de la línia Central de Vilanna – Central Turó dels Cavalls – Grober.

Com podem observar, el canal possible és més del doble del regular. Aquest fet repercuteix en les centrals, ja que aquestes van estar dissenyades per al funcionament amb un cabal més proper al màxim possible que al regular d'ara. Això comporta la necessitat d'adaptar-se a un cabal més petit, la qual cosa duu a utilitzar les turbines de més rendiment.

L'any de construcció és el 1884, però cal tenir en compte que en aquest emplaçament, hi havia un molí des de feia molts anys que ja aprofitava l'energia de l'aigua per mitjà d'un canal de mides molt més reduïdes. (Imatge d'elaboració pròpia)

### 3.3. Depurador del Canal



<b>Any de Construcció</b>	1992
<b>Dissenyador</b>	Joaquim R.C*
<b>Manteniment</b>	2800 €/any
<b>Material de construcció</b>	Dispositius EM
<b>Cost de Construcció</b>	45.000 €

L'apartat **Dissenyador**, correspon aquella persona o entitat que va fer el depurador. El **Material de construcció**, fa referència al material principal del qual la màquina està construïda.

#### Explicació detallada

Per tal de no permetre el pas d'impureses de tamany considerable a la zona de turbines, aquest sistema filtra literalment totes aquests materials de rebuig. Normalment són trossos d'arbres que han caigut al canal, o altres impureses procedents del riu del qual el canal en desvia l'aigua.

Totes les impureses filtrades són dipositades per acumulació a un canal darrere el filtre. Si no, una espècie de pala pot abocar-les totes al canal.

Aquest sistema consta de la possibilitat de fer circular aigua a pressió per traslladar els residus de filtratge (ja dipositats al canal de rebuig), al lloc corresponent per aquests productes. Aquest mecanisme s'activa manualment des d'un panell al lateral de la màquina.

#### Altres detalls importants

Antigament s'utilitzava un altre filtre, però va ser reemplaçat i tant sols s'utilitza per a un nivell d'aigua superior, ja que va ser construït amb els càlculs corresponents a un major cabal. El nom complet del constructor és Joaquim Ramírez de Cartagena.

El material de construcció són Dispositius Electrònics i mecànics. (Imatge d'elaboració pròpia)

### 3.4. Sala de Control



<b>Any d'incorporació</b>	1992
<b>Dissenyador</b>	Fermí Coll
<b>Cost de construcció</b>	47.500€
<b>Darrere remodelació</b>	2008
<b>Manteniment</b>	1400€/any

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona o entitat que s'encarrega de la construcció d'aquest aparell.

#### Explicació detallada

Aquest panell serveix per obtenir dades instantànies, i a temps real sobre tot allò relacionat amb elements tècnics de la central. Les potències, voltatges, intensitats, estat de les turbines etc. És interessant ja que et pot ser útil per prendre una concepció genèrica de com funciona la central, perquè tal i com s'observa a la part inferior esquerra de la imatge hi ha un esquema del conjunt de la central.

#### Altres detalls importants

Cal recordar, que és pròpiament una màquina per facilitar el control i a la vegada el manteniment de la central. Va ser dissenyada per l'enginyer encarregat de la central, Fermí Coll, i és relativament nova. (També fa molt poc des de la darrera remodelació).

També és precís comentar que aquest sistema forma part del segon nivell de control de la central. (1r nivell és manual i el 3r automatitzat). El primer té prioritat sobre el segon i el segon sobre el tercer. (Imatge d'elaboració pròpia)

### 3.5. Generador



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Dissenyador</b>	Ste Eclairage
<b>Turbina provinent</b>	2
<b>Freqüència d'ús</b>	Esporàdica
<b>Manteniment</b>	800€/any
<b>Intensitat màxima</b>	175 A
<b>Potència d'accionament</b>	151 CV
<b>Potència entregada</b>	75Kw
<b>Rendiment</b>	88%
<b>Velocitat màxima (m/s)</b>	375rpm
<b>Freqüència de gir (Hz)</b>	50 Hz
<b>Voltatge resultant</b>	530 Vca

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona o entitat que va dissenyar aquest generador. El **valor econòmic** és el cost de la maquinaria. Com que pertany a una turbina en concret (**Turbina provinent**), l'alternador s'usa tant sols quan la turbina corresponent funciona (**freqüència d'ús**. El **Rendiment** és calculat a partir de la potència d'accionament i la que entrega (Pot. Entregada) La **freqüència** de gir són les voltes que l'eix de l'alternador fa per segon

#### Explicació detallada

Aquest és un generador associat a la Turbina Francis d'eix horitzontal amb doble sortida (la qual té un rendiment molt baix). Al treball consta com a *Turbina 2*. Actualment el conjunt es té com a grup de reserva per ocasions excepcionals de manteniment o avaria d'altres grups. (Imatge d'elaboració pròpia)

#### Altres detalls importants

Antigament funcionava íntegrament com a aparell, però actualment la part de la dreta de la imatge s'ha substituït per una d'exterior degut al gran manteniment que la primera requeria.

### 3.6. Transformadors



<b>Any de Construcció</b>	~ 1960
<b>Fabricant</b>	Sense Dades
<b>Lloc de Procedència</b>	Sense Dades
<b>Valor econòmic</b>	15.000€
<b>Manteniment</b>	400€/any
<b>Potència</b>	500KVA
<b>Voltatge entrant</b>	530 Vca
<b>Voltatge resultant</b>	230 Vca
<b>Rendiment</b>	92%
<b>Tensió elèctrica</b>	230 Vca
<b>Intensitat</b>	1250 A
<b>Dimensions 1</b>	6m
<b>Dimensions 2</b>	2,5m
<b>Raó de transformació</b>	2,3

L'apartat **Dimensions 1** fa referència a l'amplada de l'espai que ocupa la màquina. **Dimensions 2**, és l'altura d'aquest mateix espai. El **Valor econòmic** és el preu que es va pagar en el moment que es construí la central. El **Rendiment** s'ha calculat a partir de la potència útil en relació a l'absorbida. La **Raó de transformació**, és el quocient entre el bobinat primari i el secundari.

#### Explicació tècnica detallada

Transformació per adaptació de la tensió de generació del Grup 1 (Turbina 1) a 525 Vca a la tensió de distribució i commutació de 230 Vca.

#### Altres detalls importants

Aquesta imatge no correspon a cap transformador sinó a un punt de connexió entre aquests. En aquest lloc és on s'ha realitzat l'assaig pràctic que hi ha més endavant ja que ens permet l'avaluació de les característiques al moment de la producció. (Imatge d'elaboració pròpia)



### 3.7. Manteniment de la Central

Per aquest apartat, s'avaluen totes les despeses en manteniment compilades a les taules de dades tècniques de cada element.

D'aquestes dades s'ha elaborat la taula següent:

<b>Element</b>	<b>Manteniment</b>
<b>Turbina 1</b>	15.000 €/any
<b>Turbina 2</b>	2.400 €/any
<b>Turbina 3</b>	4.200 €/any
<b>Canal d'aigua</b>	6.500 €/any
<b>Depuradora del Canal</b>	2.800 €/any
<b>Sala de control</b>	1.400 €/any
<b>Generador</b>	800 €/any
<b>Transformadors</b>	400 €/any
<b>TOTAL</b>	<b>33.500 € / any</b>

Per tant, arribem al resultat que la central hidroelèctrica de La Grober consumeix una xifra de **33.500 €/any** en qüestions de manteniment de les seves estructures tècniques.

Aquest valor no inclou, totes les dades de despesa en manteniment referents a reparacions puntuals, personal de manteniment, assegurança de la central, i ha estat calculat a partir dels elements tècnics estudiats (en falten alguns de repetitius o no tant rellevants que no s'han tingut en compte a l'estudi però que també requereixen manteniment)

En aquest apartat de manteniment també és important recordar que la central està connectada directament amb la Universitat de Girona, concretament amb l'enginyer encarregat de la central, Fermí Coll. Si hi ha algun imprevist a la central és alertat automàticament via telefònica gràcies al sistema de control del qual disposa la central.

Des del cel·lular, també es poden enviar instruccions manuals per controlar la central.

## 4. Assaig Pràctic

### Les repercussions energètico-econòmiques de l'excitació d'un generador sincrònic en la venda d'energia.

*Nota: Per a prosseguir amb aquesta pràctica cal considerar tota la teoria sobre corrent altern, energia i potència reactiva, motors sincrònics i teoria d'excitació d'aquests últims.*

Com ja és sabut, les indústries requereixen la utilització de l'electricitat de la xarxa per tal de poder accionar i mantenir en funcionament els seus sistemes elèctrics.

Considerant el requeriment energètic d'un motor, ens trobem que la potència consumida o aparent està formada per les components de Potència activa i potència reactiva. Depenent del desfasament que la potència reactiva crearà (degut a una major o menor presència d'aquesta) respecte l'activa, obtindrem una potència aparent major o menor. Recordem que l'angle de desfasament és anomenat  $\varphi$ . El **cos  $\varphi$**  és anomenat *factor de potència*

Una major potència aparent, la qual serà requerida a la companyia elèctrica, provoca la necessitat de redimensionar els cables elèctrics de transport, la qual cosa comporta la necessitat d'inversió econòmica de l'empresa distribuïdora en el cas de realitzar aquesta modificació en les dimensions dels fils elèctrics.

Considerant un cas hipotètic, s'ha realitzat la taula següent:

cos $\varphi$	Intensitat (A)	Secció del cable	Cost econòmic	Diferència amb cost mínim
0,8	940	3,3 · 120 mm <sup>2</sup>	141 · 10 <sup>6</sup> €	31,1 · 10 <sup>6</sup> €
0,85	886	3,1 · 120 mm <sup>2</sup>	133 · 10 <sup>6</sup> €	21,5 · 10 <sup>6</sup> €
0,9	836	2,9 · 120 mm <sup>2</sup>	124 · 10 <sup>6</sup> €	12,9 · 10 <sup>6</sup> €
0,95	792	2,7 · 120 mm <sup>2</sup>	116 · 10 <sup>6</sup> €	4,3 · 10 <sup>6</sup> €
1	753	2,6 · 120 mm <sup>2</sup>	111 · 10 <sup>6</sup> €	0 €

Per a l'elaboració de la taula s'ha tingut en compte el preu actual del coure, i la fórmula següent (en la qual es considera la Intensitat en funció de la Potència):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 230 \cdot \cos \varphi} \Leftrightarrow P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

V (Voltatge), I (Intensitat), cos  $\varphi$  (factor de potència), P (Potència aparent).

Cal recordar que el producte  $V \cdot I$  és el corresponent a la Potència activa.

També cal recordar que les companyies elèctriques també utilitzen alumini pel transport i el voltatge no és sempre 230 (Sovint pot ser 400V). De tota manera, és un exemple per mostrar que realment s'incrementa el preu amb factors de potència més baixos.

Tot i que és un cas hipotètic i els resultats són exagerats (ja que l'objectiu era denotar la importància econòmica del redimensionament), es poden observar diferències econòmiques importants entre les distintes seccions considerades amb factors de potència diferents.

Això comporta una compensació econòmica des de l'empresa distribuïdora (tant en el consum com en la venda d'energia), si s'aconsegueixen valors del factor de potència propera a 1 (I a la vegada penalitzacions per factors de potència baixos). Considerant la normativa del BOE (inclosa la totalitat de la part que fa esment a aquesta pràctica en els annexos del treball), trobem els següents intervals de compensació/penalització:

De **0,995** *c o i* a **1** – Bonificació del 4% en el preu de venda

De **0,994** *c o i* a **0,98** *c o i* – No hi ha modificacions en el preu

De **0,98** *c o i* a **0** – Penalització del 3% en el preu de venda

*c o i* → Significa capacitiu o inductiu (ja que tots els  $\cos \varphi$  són positius, però falta indicar si l'energia reactiva és positiva (inductiu, *i*), o negativa (capacitiu, *c*).

## **4.1. Procediment i Obtenció de dades**

Per la realització d'aquest assaig pràctic, es va realitzar un muntatge que permetés la recollida de dades necessàries per a la confecció d'una taula de resultats que possibilités els càlculs corresponents.

### **Materials**

- Voltímetre
- Amperímetre
- Panell de dades electrònic
- Cables elèctrics de cada component
- Ordinador acoblat al sistema de manteniment de la central

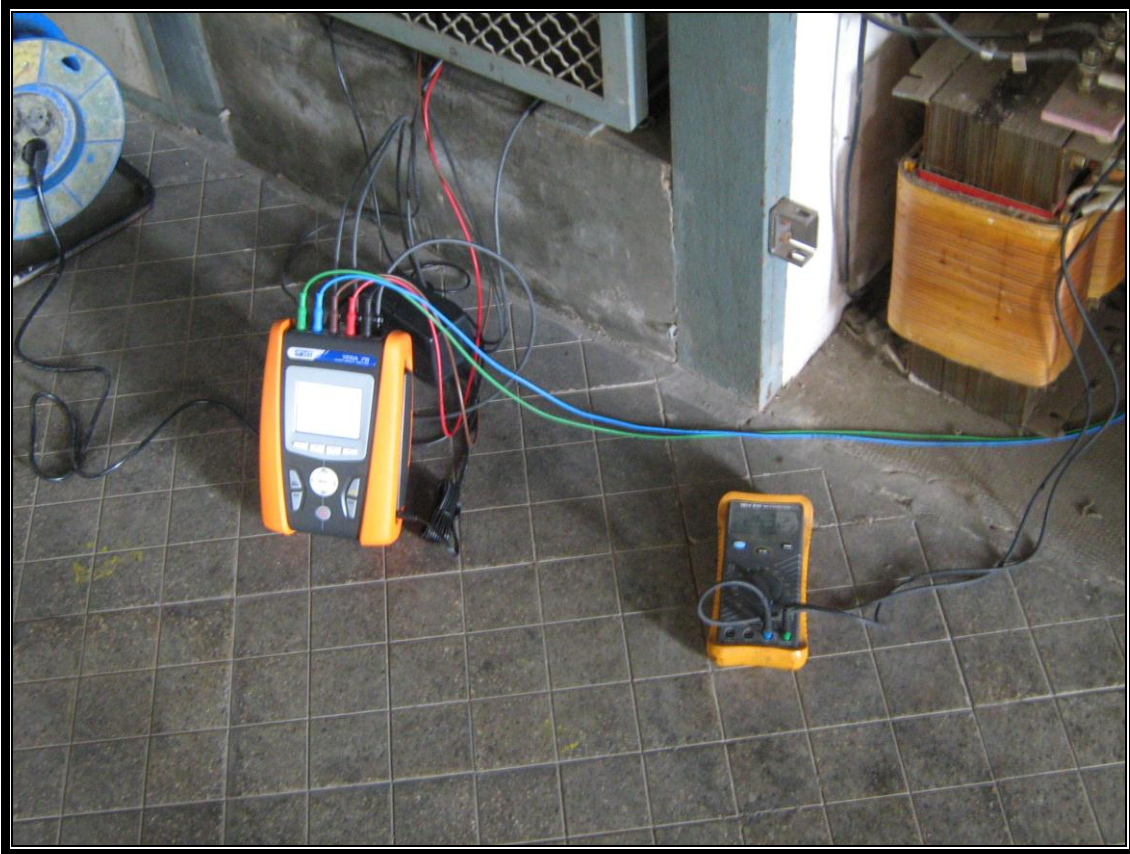
## **Procediment**

- Un cop s'ha realitzat el muntatge corresponent a les fotografies, es pot iniciar l'obtenció de dades.
- La pràctica s'ha fet considerant 4 valors de **Potència activa** diferents. A l'hora de variar aquesta potència activa, s'ha fet modificant la inclinació de les pales de la turbina, cosa que ens permet també aconseguir aquesta variació degut a un aprofitament major o menor de l'aigua que circula.
- Per estudiar com influeix l'energia reactiva en un mateix rang de potència activa, cal variar el corrent d'excitació. Això ens provoca un canvi en la potència del conjunt, la qual cosa ens permet modificar el factor de potència i acollir-nos a les bonificacions o penalitzacions.
- Per variar aquest corrent d'excitació, s'utilitza un potenciòmetre motoritzat, el qual variava la tensió d'excitació a través d'impulsos. Com ja he dit, aquesta tasca fou duta a terme per la màquina de control de les turbines.
- Per tal d'aconseguir les dades, cal fixar-se amb el voltímetre, l'amperímetre i el panell electrònic acoblat al circuit que ens permet saber la potència reactiva
- Nota: En el panell apareix un  $\cos \varphi$  ja calculat, però no és anotat ja que serà calculat manualment després de l'obtenció de dades.

## **Obtenció i càlcul de dades**

- 1- Un cop hem obtingut les dades, cal calcular els  $\cos \varphi$  corresponents.
- 2- Per fer-ho, s'ha de considerar la potència activa i la reactiva en triangle de potències. Per tant, l'angle de desfasament entre potències és calculat amb  $\arctg \varphi$ . Un cop obtenim l'angle, volem calcular el seu cosinus, per tant, tant sols caldrà calcular el propi  $\cos \varphi$ .
- 3- Finalment, cal encasellar cada  $\cos \varphi$  en l'interval de penalització / bonificació corresponent.
- 4- Aquesta situació, ens permet calcular el preu final de l'electricitat, partint que el preu de l'energia és 0,0842367€/Kwh. Com a últim càlcul s'ha buscat la quantitat econòmica generada en cada cas en 1h a la central.

Imatges del muntatge / obtenció de dades



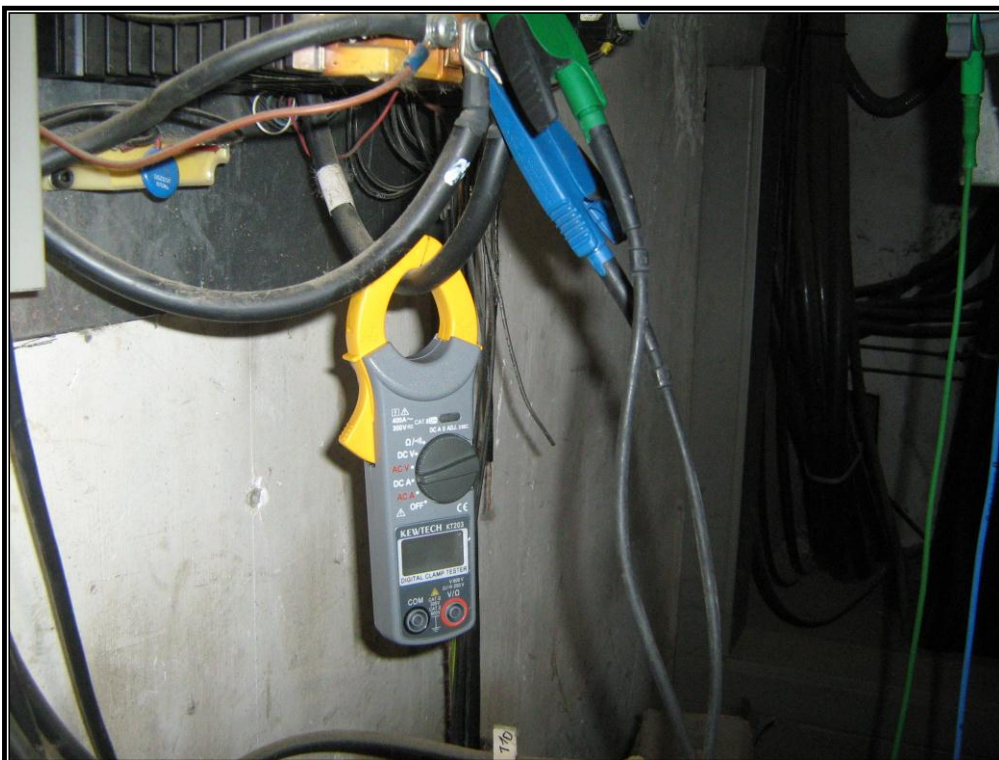
Fotografia del muntatge en conjunt al transformador de la central. A l'esquerra, el panell electrònic. A la dreta, el voltímetre.



Panell que ens permet aconseguir les dades de les potències. Un cop variada la potència activa es variava la tensió d'excitació i el panell mostrava canvis en el valor d'energia reactiva.



Fotografia corresponent al voltímetre.  
Aquest aparell ens permet anotar els valors  
de la tensió d'excitació.



Imatge de l'amperímetre. Ens permet anotar els valors corresponents a la intensitat d'excitació de l'assaig. L'amperímetre està acoblat, com es pot veure a la foto, per mitjà d'una pinça que li permet aconseguir les dades corresponents.



Fotografia de l'ordinador acoblat al sistema de control des del qual es realitzen els impulsos encarregats de variar la tensió d'excitació del Grup 1 (Turbina-Generador 1). També s'hi pot observar que hi ha un sistema d'accés a la línia d'internet acoblat al propi ordinador. Això permet el control de la central des d'un punt exterior a aquesta, tal i com s'ha explicat anteriorment.

**Nota: Totes les imatges són realitzades pels meus propis medis, d'elaboració pròpia .**

## 4.2. Taula comparativa de Resultats

Potència Activa	Tensió d'excitació	Intensitat d'excitació	Potència Reactiva	Cos fi	> 0,98 c < 0,98i	< 0,994 > 0,98 i	> 0,994 < 0,98 c	> 0,995 i < 0,995 c	Preu final	Producció 1h
Kw	Vcc	Acc	Kvar		-3%	0%	0%	4%	€/Kwh	€/1h
292	29,6	91,5	46,5	0,987 i		X			0,0842367	24,5971
292	32	99	74,5	0,969 i	X				0,0817096	23,8592
292	33,3	104	95	0,951 i	X				0,0817096	23,8592
292	27,6	85,5	0	1				X	0,0876062	25,5810
292	26,1	79	-36,3	0,992 c			X		0,0842367	24,5971
278	29,5	91,4	51,1	0,984 i		X			0,0842367	23,4,178
278	31,7	98,2	76,9	0,964 i	X				0,0817096	22,7153
278	33,3	103,5	100,4	0,941 i	X				0,0817096	22,7153
278	27	82,5	0	1				X	0,0876062	24,3545
278	24,4	74	-46,6	0,986 c			X		0,0842367	23,4178
232	24,4	74	-27,1	0,997 c				X	0,0876062	20,3246
232	26,1	79,7	0	1				X	0,0876062	20,3246
232	28,1	86,5	44,5	0,987 i		X			0,0842367	19,5429
232	30,2	93,5	73,3	0,967 i	X				0,0817096	18,9566
232	32,1	100	98,1	0,943 i	X				0,0817096	18,9566
203	32,1	99,6	107,3	0,884 i	X				0,0817096	16,5870
203	30,7	95,3	88,6	0,917 i	X				0,0817096	16,5870
203	29,3	90,3	10,6	0,945 i	X				0,0817096	16,5870
203	26,2	80,7	31,1	0,988 i		X			0,0842367	17,1001
203	23,8	72	-25	0,933 c			X		0,0842367	17,1001

Les caselles en color rosat són les que el preu final i per tant la producció s'han vist penalitzades degut a un factor de potència massa baix. Les de color blau són les que no ha presentat variació, i el color verd indica que s'hi ha aplicat la bonificació.

### Diferències econòmiques

Potència	Valor màxim de venda	Valor mínim de venda	Valor estàndard	Pèrdues	Guanyos	Diferència màxima
292	25,581	23,859	24,597	-0,738	0,984	1,722
278	24,355	22,715	23,418	-0,703	0,937	1,64
232	20,325	18,957	19,543	-0,586	0,782	1,368
203	17,784	16,587	17,1	-0,513	0,684	1,197

Aquesta taula mostra el valor econòmic perdut o guanyat en cada cas de potència i en l'hora de funcionament. S'ha calculat a partir de la taula anterior. Les pèrdues són les diferències de preu entre l'estàndard i el que se l'hi ha aplicat la penalització. Els guanyos són les diferències entre l'estàndard i el preu amb bonificació, i la diferència màxima és quin valor hi ha entre les pèrdues i els guanyos

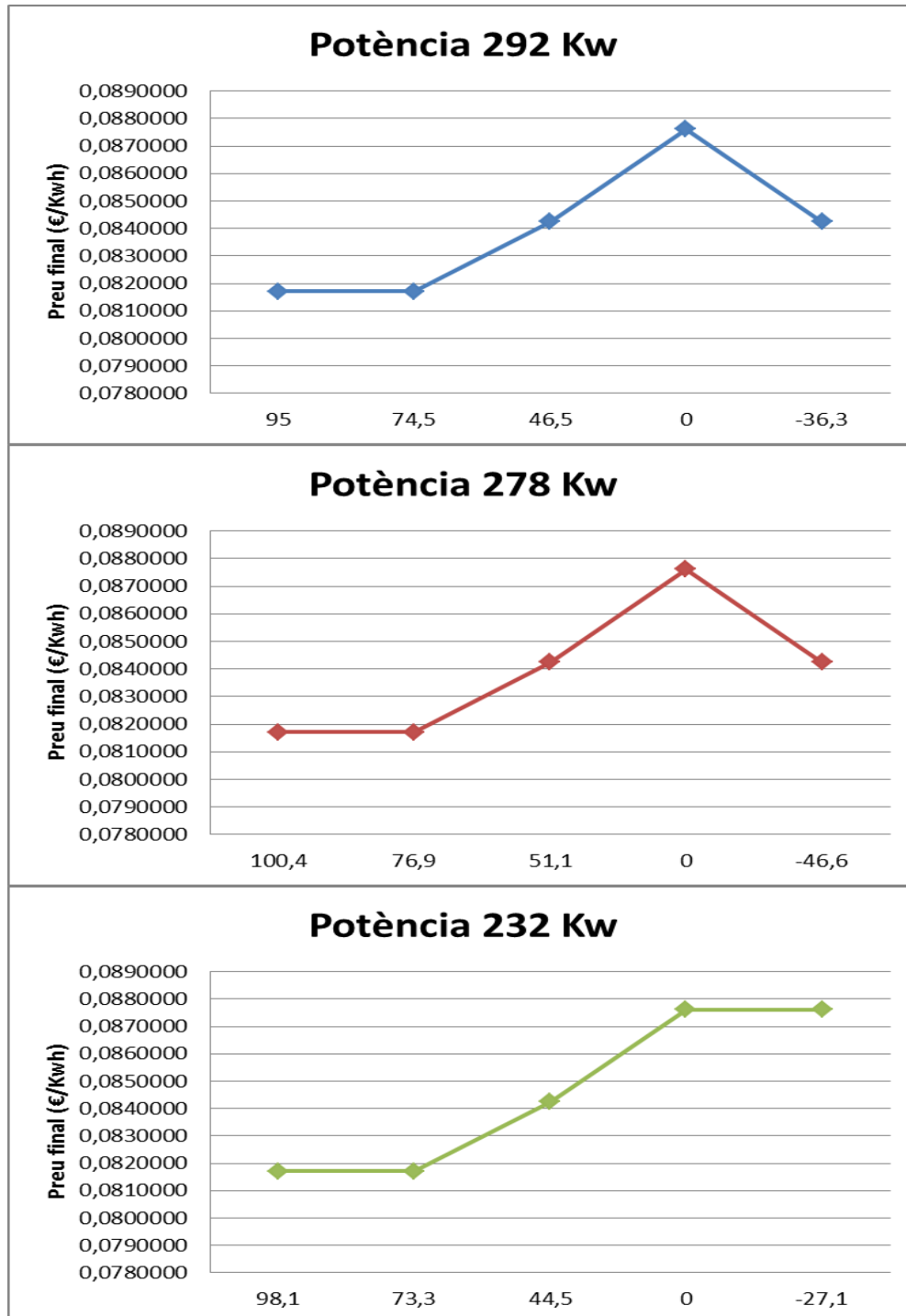


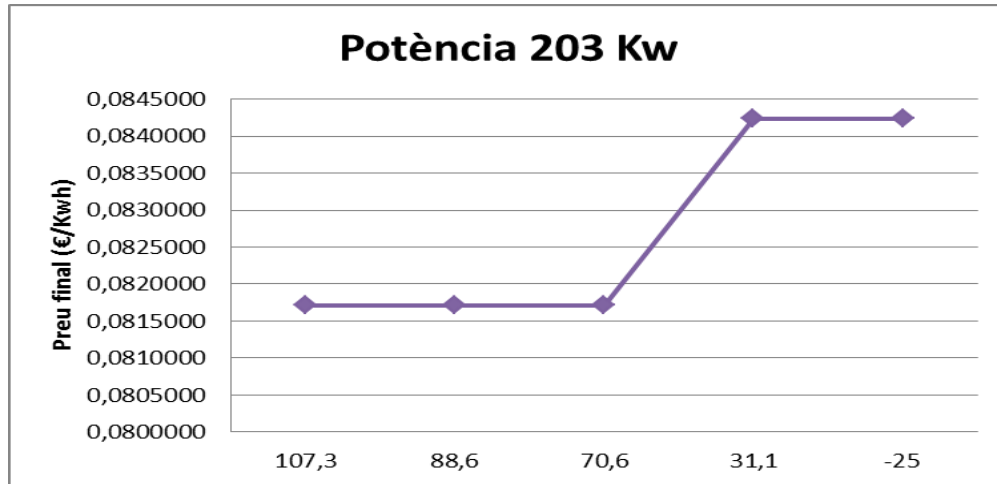
### 4.3. Gràfiques corresponents

#### Gràfiques 1

Aquestes gràfiques s'han confeccionat a partir de les dades de potència reactiva i el preu final de venda de l'electricitat que aquesta ha comportat. S'han elaborat 4 gràfiques corresponents a cada una de les diferents potències actives.

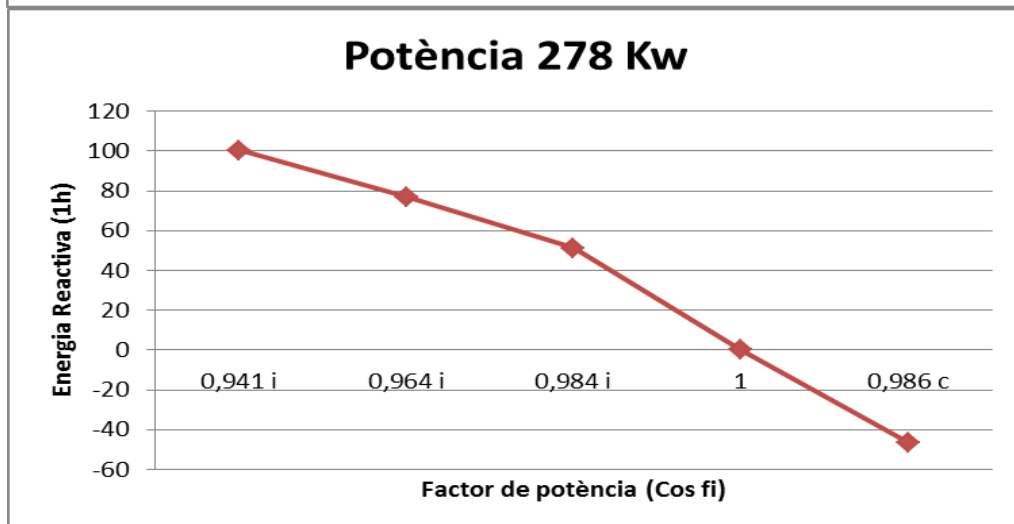
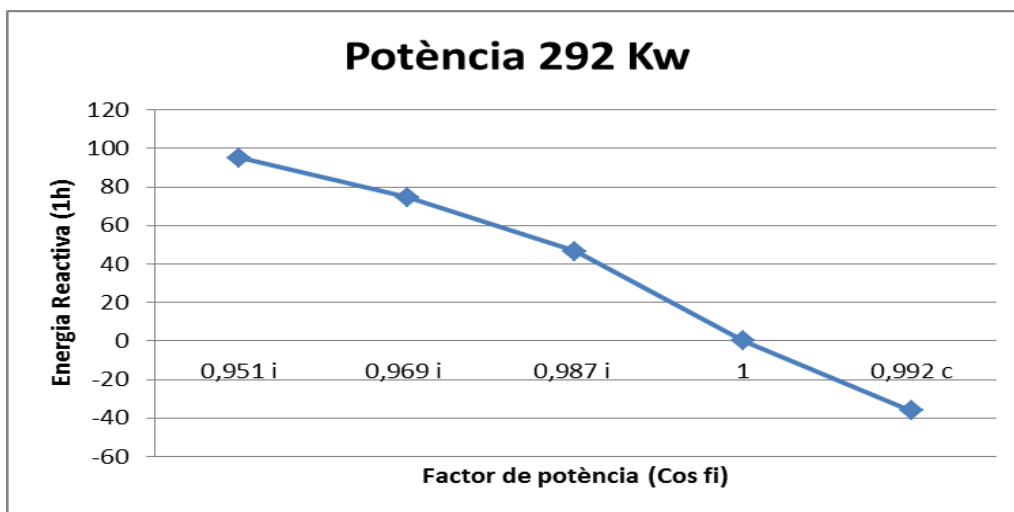
*Nota: L'eix X de les gràfiques representa la potència reactiva.*

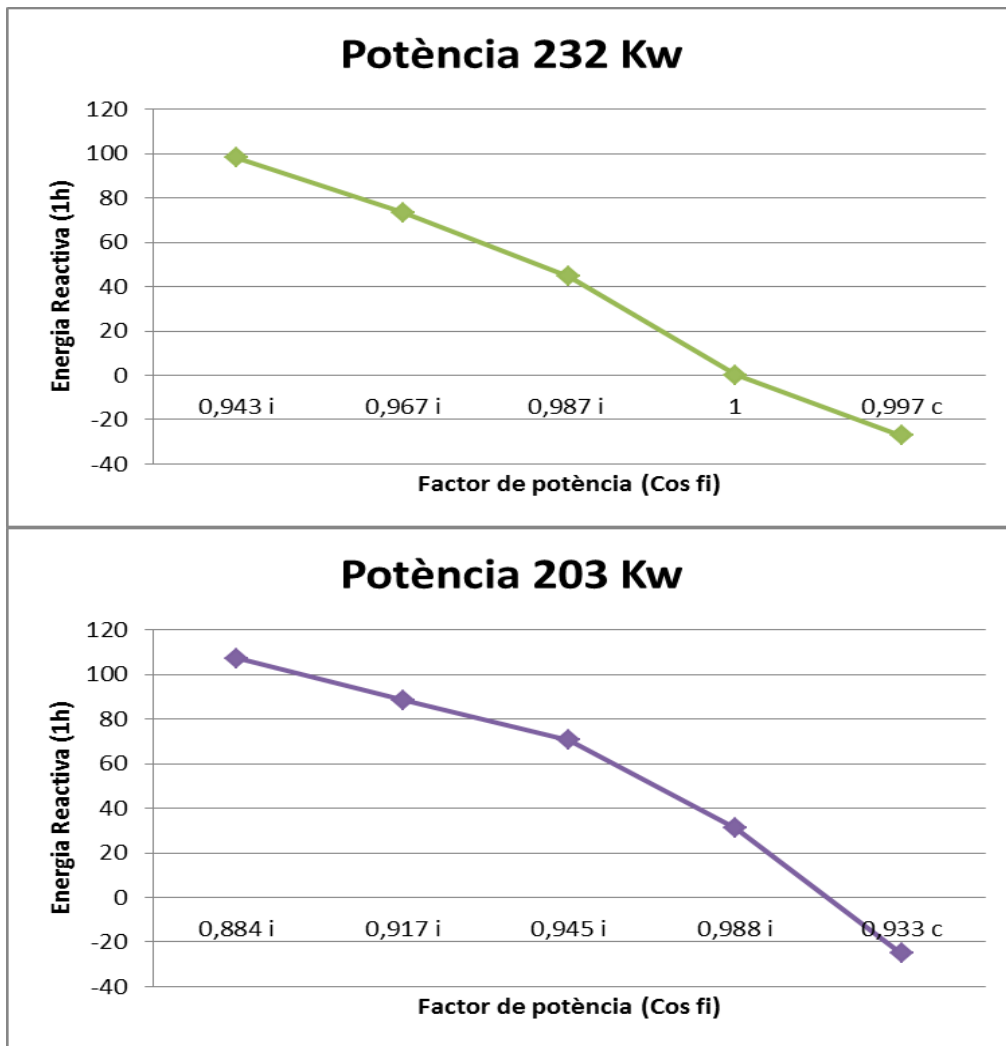




## Gràfiques 2

Les següents gràfiques posen en relleu l'evolució de l'Energia reactiva en 1h de funcionament (Equivalent en magnitud a la potència reactiva) en funció dels factors de potència corresponents. S'han elaborat una gràfica per cada una de les diferents potències actives.





## 4.4. Conclusió

Tal i com s'havia plantejat al principi de l'assaig, una variació de l'energia reactiva – i conseqüentment la potència reactiva resultant – té repercussió directe sobre el preu de venda.

Ja s'ha explicat que un augment de la potència reactiva comporta una potència aparent més gran tot i suplir la mateixa potència activa (la realment utilitzada). Aquesta potència més elevada comporta la necessitat de redimensionar els cables elèctrics amb costos molt elevats.

Per aquest motiu, hi ha bonificacions a aquells productors que compleixin amb la normativa establerta respecte el factor de potència (lligat directament amb la relació del triangle de potències Reactiva – Activa). Si l'empresa productora d'electricitat s'acull a aquests rangs del factor de potència, pot augmentar els beneficis.

Tot això ha quedat demostrat amb aquest assaig pràctic, on s'ha comprovat que disminuint la potència reactiva s'augmenta el factor de potència (l'angle de desfasament és menor), i això comporta un augment del preu ja calculat abans.

Aquest augment, pot no semblar important en les taules anteriors, però cal tenir en compte que és calculat en 1h de funcionament. Això vol dir que si apliquem aquesta bonificació sempre s'obtenen beneficis molt importants.

Per tant, arribem a la conclusió que el factor de potència i l'energia reactiva són elements importants a tenir en compte a l'hora de la venda d'energia, i que es poden modificar aquests factors amb l'excitació de les màquines productores.

## 5. Producció Elèctrica

### 5.1. Producció elèctrica mitjana

Aquest apartat recull la mitjana aritmètica de la producció elèctrica al llarg d'un any en la central hidroelèctrica estudiada. La potència total és la suma de la potència que proporcionen les turbines de la central corresponent. La producció anual és un valor arrodonit a les centenes de miler.

<b>Potència total de la Central</b>	<b>Producció mitjana mensual</b>	<b>Producció Mitjana anual</b>
<b>(KW)</b>	<b>(KW·h)</b>	<b>(KW·h)</b>
635 KW	143.900 KWh	1.727.000 KWh

### 5.2. Relació amb el cabal mitjà

Tal i com s'ha fet amb la producció energètica a l'apartat anterior, es prosseguirà analitzant els fluxos de cabal mitjà del canal que abasteix la central. La relació entre el cabal mitjà i la producció mitjana representa el quocient dels **GW·h** anuals entre els **m<sup>3</sup>/s** regulars.

<b>Cabal Mitjà del canal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Relació Cabal mitjà/producció mitjana</b>
2.2 m <sup>3</sup> /s	0,785

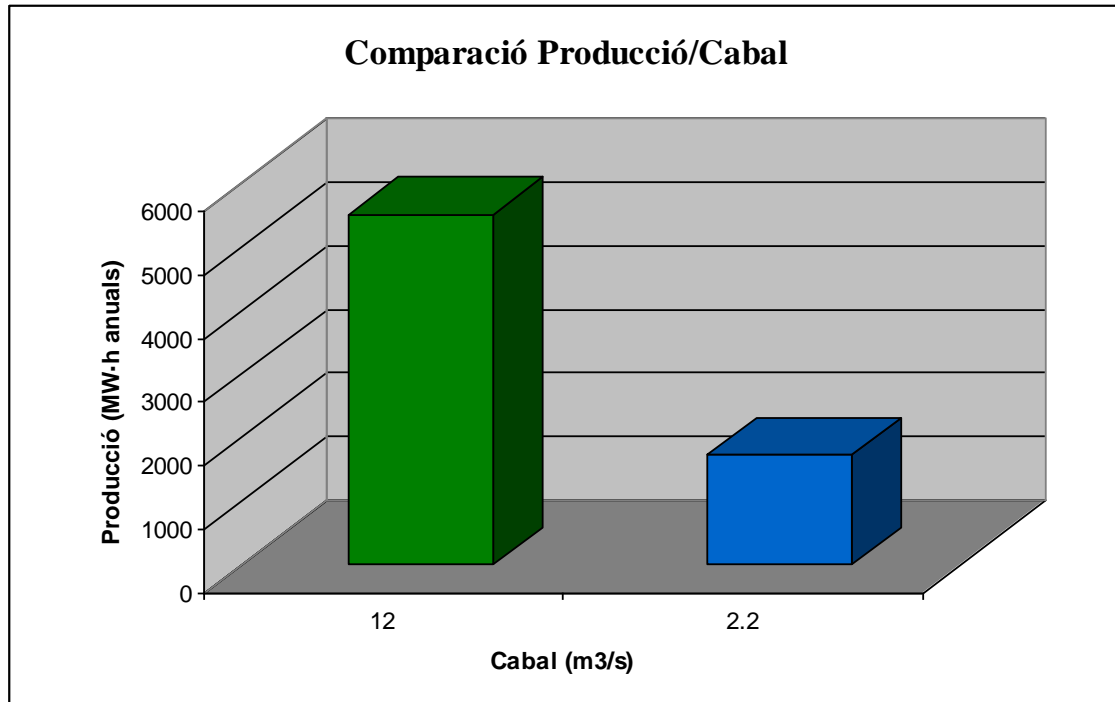
### 5.3. Producció possible i cabal possible

En aquesta part, s'estudiarà la producció màxima possible que la central podria generar. Gràcies a l'accés a una ampla extensió de dades a la central de La Grober, podem saber la producció màxima que tindrien les turbines amb el canal màxim corresponent. Per la qual cosa no caldrà realitzar cap operació, tant sols considerar la producció màxima de totes les turbines sumades.

El valor mostrat a l'apartat producció possible és arrodonit a les unitats de miler.

<b>Cabal Possible del canal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Producció possible (KW·h)</b>
12 m <sup>3</sup> /s	5.518.000 KWh

## 5.4. Gràfic comparatiu



Aquest gràfic recull totes les dades de la pàgina anterior per tal de donar-les a conèixer d'una manera més visible i de forma més comparativa.

Lògicament, amb un cabal superior la producció anual augmenta proporcionalment.

### CONCLUSIONS

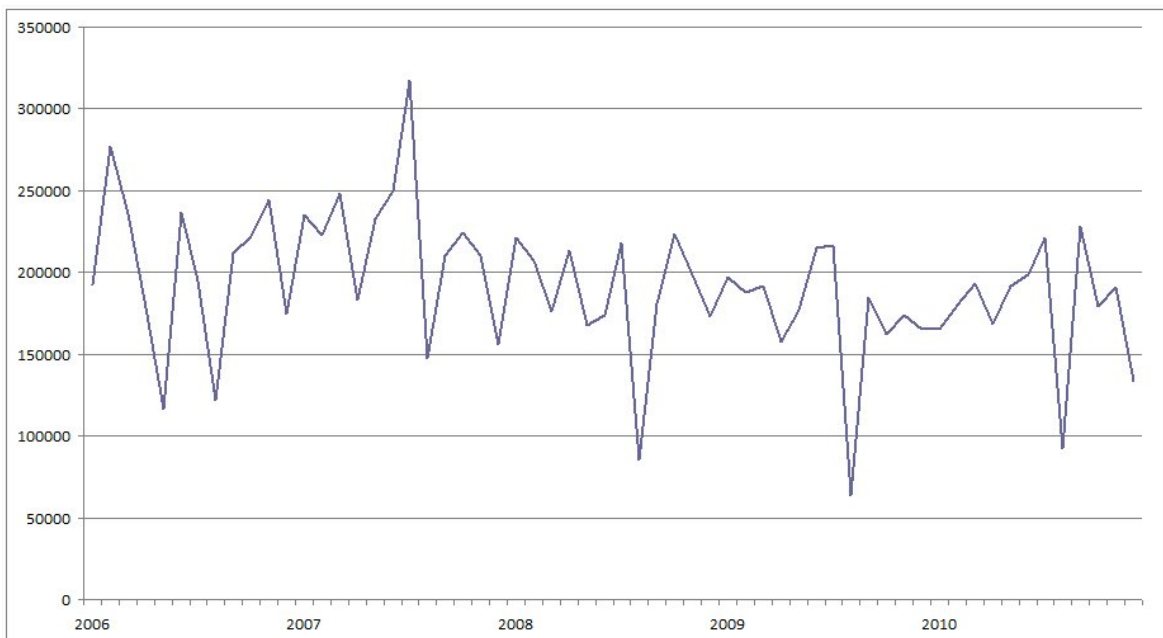
Degut a una intermitència en el cabal del canal al llarg de l'any, el cabal regular és poc més de la meitat del màxim possible. Aquesta dada té repercussions directes amb la producció energètica.

La intermitència del canal és produïda principalment pel pantà de Susqueda. Aquest, teòricament, hauria de garantir un flux regular al llarg de l'any. Però degut a les precipitacions irregulars que presenta el clima, i la necessitat d'usar una aigua determinada per la producció energètica a la central de Susqueda, crea una situació irregular del cabal.

## 5.5. Estudi comparatiu d'autoabastiment de la fàbrica

Antigament la central hidroelèctrica va ser construïda per tal d'abastir la demanda energètica de la pròpia fàbrica Grober. Actualment, la companyia elèctrica obliga a vendre (tant a nivell industrial com individual), l'electricitat que es produeix i a comprar la que es necessita. Aquest apartat recull la relació entre la producció de la central i la demanda energètica de la fàbrica. La comparació es farà relacionant el consum mitjà amb dos produccions, la mitjana actual, i la possible (l'obtinguda amb les condicions més òptimes, com ara cabal màxim). S'elaborarà una taula, i es trauran les conclusions adients.

Consum mitjà de la Fàbrica mensual (MW·h)	Producció Possible mensual (MW·h)	Producció Mitjana mensual (MW·h)
1,75 MWh	460 MWh	144 MWh



El gràfic superior ha sigut proporcionat des de Grober S.A. i ens mostra el consum de la fàbrica tèxtil des de 2006 fins a dia d'avui. Si tracem una línia de valors intermedis en la gràfica ens quedaria un consum mitjà de **175.000 Kwh** actualment. Cada pic o punt de canvi de pendent de la gràfica fa referència a un mes. El valor màxim de consum fins a la data és de menys de **325.000 Kwh** (Maig - Juny del 2007).

*Nota: L'eix X del gràfic està dividit per mesos, i l'eix Y mostra el consum d'aquests mesos en Kwh*

### **Conclusió**

Si ens fixem tant en el valor màxim de consum com en el mitjà, la producció supera sobradament la demanda; Matemàticament, seria possible abastir prop de 265 vegades aquesta fàbrica – considerant la producció màxima de la central. De tota manera cal tenir en compte que les normatives actuals obliguen – excepte en casos molt particulars – a vendre tota l’energia produïda i comprar la que es necessita.



## 6. Recull Fotogràfic

### 6.1. Imatges de la Fàbrica i de la Central

Aquest apartat consta de diverses fotos relacionades amb la central i la fàbrica tèxtil La Grober. Hi ha una explicació breu de cada fotografia.



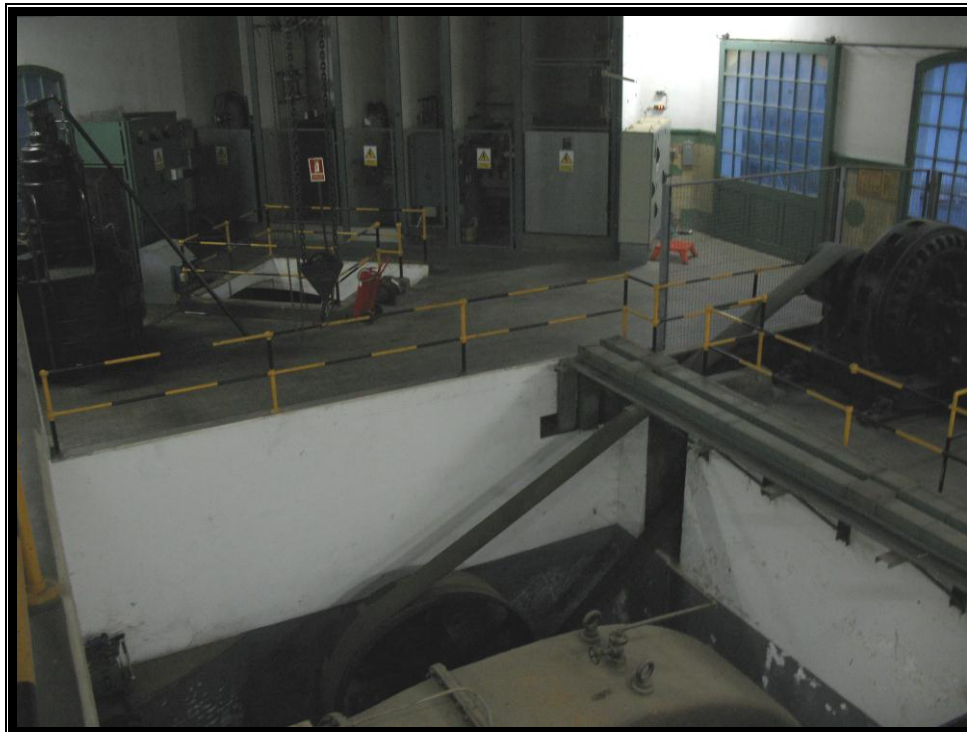
La fàbrica tèxtil de la Grober l'any 1930. Aquesta fotografia correspon a la fàbrica de Girona, i no a la de Bescanó, però formava part de l'empresa S.A. Grober. . (Imatge extreta d'internet)



A la imatge, una mostra de l'àmplia extensió de diferents productes que Grober S.A. ofereix: Plantilles, cordons, elàstics, higiene del calçat, impermeabilitzants... (Imatge extreta d'internet)



Imatge corresponent a uns panells de control de la central. Aquests permeten una gran quantitat d'opcions de funcionament. Està situat al costat de la turbina 2 (Francis)



Imatge *aèria* de la central realitzada des del punt on hi ha la sala i l'ordinador de control. S'hi poden observar 2 de les 3 turbines (L'altre, la 3, està a una sala contigua), un generador, i els transformadors. (Imatges d'elaboració pròpia)

## **7. La Central del Turó dels Cavalls (Bescanó)**

### **7.1. Explicació de la Central**

La central del Turó dels cavalls és una icona important de l'arquitectura del poble de Bescanó. Amb el salt més alt de totes les centrals properes (10,2metres), destaca com a central modernista, i salta a la vista quan l'aigua no s'utilitza per turbinar, ja que en aquestes ocasions és desviada a un saltant d'aigua exterior de pedra i crea un efecte notable tan acústic com visualment.

La seva data de construcció correspon a l'any 1916, poc després de construir-se la central hidroelèctrica que trobem a continuació, situada a Vilanna (La construcció de les dues centrals va ser efectuada gràcies a la dinastia dels Comptes de Berenguer, i compartint uns mateixos drets d'aigua del Ter). Les dues estan al marge dret d'aquest riu.

El canal utilitzat per turbinar està a una distància moderada del tram fluvial, ja que aquest és el mateix que a la Central de Vilanna, la qual està més amunt. Aquest canal, al sortir de la central, torna al paral·lel del riu Ter, però és finalment utilitzada per la central de La Grober.

Aquest canal té la capacitat de proporcionar el major en alguns dels seus trams, amb capacitat de transportar fins a  $58\text{m}^3/\text{s}$  en punts concrets. La Grober ocupa la segona posició amb la possibilitat de turbinar fins a  $12\text{m}^3/\text{s}$ . De tota manera en els últims anys mai s'aconsegueixen aquests nivells de cabal.

La Central, interiorment és petita, però està adequada perquè un operari de manteniment visqui a la part superior. Aquest s'encarregava del manteniment d'aquesta mateixa central, al mateix temps que la de Vilanna.

## 7.2. Context i Situació

La Central (1), està situada al costat de la N-141, al Km 105. Aquesta situació correspon al final de la coneguda “Recta de Vilanna” (2). La Central està a la zona urbanitzada coneguda com “El Turó dels Cavalls” (3). Finalment es pot apreciar el canal (4).

A la següent pàgina es parla sobre la caseta transformadora situada al costat de la central. (5).



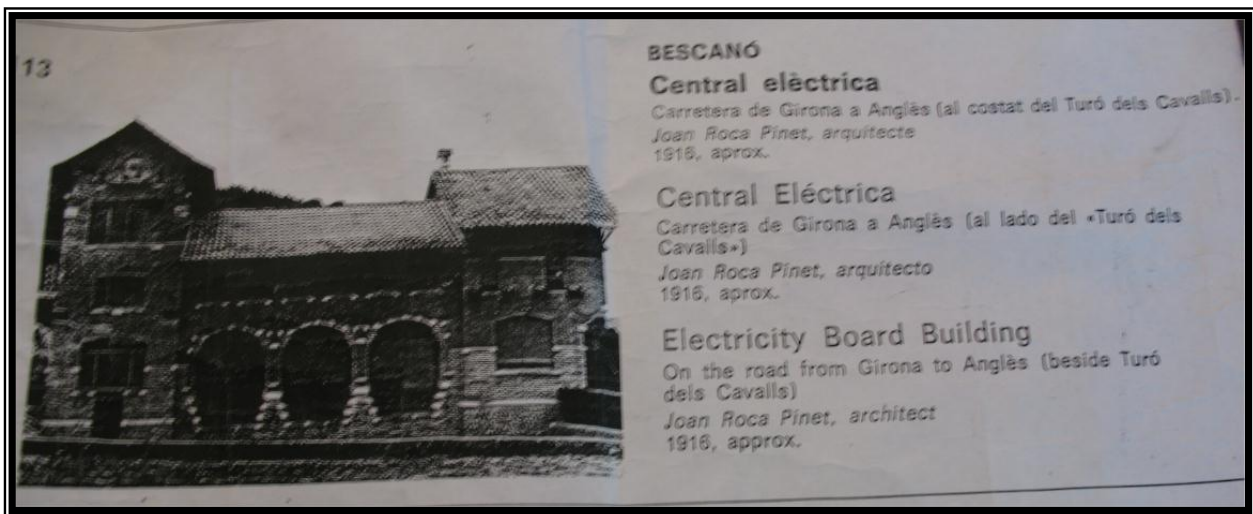
Fotografia aèria del *Google Maps*

### 7.3. Història de les Centrals de Vilanna i del Turó dels Cavalls

La història de les centrals del municipi de Bescanó va lligada a la història dels comtes de Berenguer. El primer document que ens parla del dret d'aigües que prenen les centrals de Vilanna i Bescanó és una escriptura del 1867. Consta a l'escriptura que el rec Gros pren l'aigua d'una sèquia que era de la família Benages i que antigament feia moure un molí; segurament es refereix al molí fariner dit de Benages o del Sr. Oriol.

Joan Viader, com a principal de la junta de regants del rec Gros, va mantenir un plet contra Joaquim de Berenguer i de Camps de Benages sobre els drets d'ús d'aquestes. El 1876 es va arribar a un acord amb els regants del pla de Bescanó<sup>1</sup>.

Les centrals hidroelèctriques de Vilanna i Bescanó comparteixen un mateix dret sobre les aigües del riu Ter. Aquest dret d'aigües ja tenia el comte de Berenguer i marquès de Garcillàn per l'heretat del molí de Benages. L'any 1908 i el comte de Berenguer acabava de guanyar un plet de molts anys per la propietat i utilització dels saltants del Ter i va prendre'n possessió efectiva.



Fotografia d'una imprès que resumeix les centrals que hi hauria al terme municipal de Bescanó. S'hi observa l'arquitecte encarregat (Joan Roca i Pinet), l'any i la situació aproximada de cada una.

*Electricity Board Building* es refereix a una petita caseta transformadora amb situació corresponent al costat de la central del Turó dels Cavalls. (Actualment és una caseta d'electricitat que es pot apreciar des de la carretera). (Imatge extreta d'un document de la central de Vilanna)

<sup>1</sup> El rec Gros, podria allargar-se garantint un cabal que permetés regar gairebé tot el pla de Bescanó, unes 500 hectàrees i, aigües amunt, es perllongà per la sèquia de Vilanna, fins a la resclosa de Vilanna, que comparteix amb les centrals. Els comtes de Berenguer podien disposar de la resta del cabal. Després de la guerra civil, el rec Gros s'estengué aigües avall, travessant el pas del Gegant per un túnel excavat a la Pilastra, per regar el pla de Montfullà i una part del pla de Salt.

## 7.4. Futur de la Central

Antigament les centrals eren construïdes en zones on la infraestructura necessària pel funcionament de la central no era extensa, per tal d'amortitzar amb un temps major la inversió econòmica de la central.

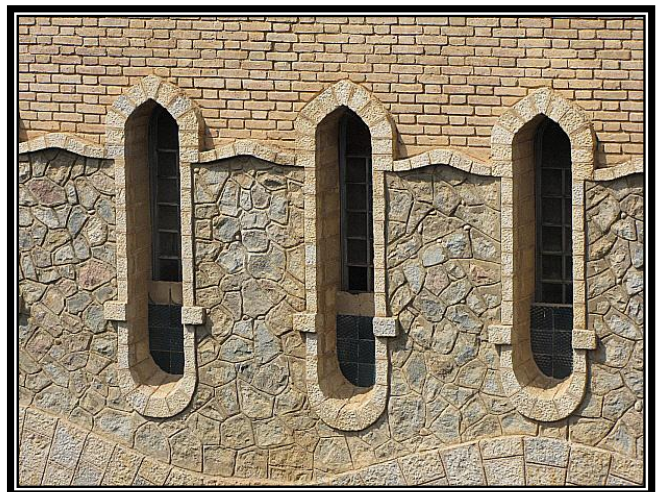
Sovint anaven lligades a la construcció de indústries (habitualment tèxtils). El tancament d'alguna d'aquestes fàbriques, com és el cas de la Burés (Anglès), comportava al mateix temps la posada en desús de la central hidroelèctrica corresponent.

El futur de centrals com la del Turó dels cavalls, la qual no està lligada a cap fàbrica, depèn de les decisions de l'empresa que la té com a propietat.

Fins fa uns anys hi havia un empleat encarregat del manteniment d'aquesta central, amb la seva vivenda ubicada a la part superior, però actualment està retirat de la seva feina i tot apunta que la central avança cap a una automatització gairebé total, cosa que la millorarà en rendibilitat.

Aquest canvi és lògic i comú en aquestes centrals, ja que un cop més, el seu futur depèn de que els costos de manteniment no superin els beneficis, i per una central de mida considerablement petita, el sou d'un empleat suposa ser molt més costós que un sistema automatitzat.

Si la central mai arriba al final del seu funcionament, segurament serà restaurada interiorment per poder-hi efectuar visites, o bé es conservarà la seva estructura i la façana degut a la seva important arquitectura.



Finestrals de la façana de la central (2010) (Font: Revista La Pilastra)

## 7.5. Arquitectura de la Central

Les dues centrals hidroelèctriques de Vilanna i del Turó dels Cavalls són edificis amb estructura de tres plantes: a la planta inferior trobem el canal, el salt d'aigua i les turbines; a la segona planta hi ha els generadors, els taulers de control de producció energètica, el sistema de comportes i l'oficina; el pis superior l'ocupa el petit habitatge de la família de l'encarregat de la central.

Gràcies al mestre d'obres Josep Frigolé i Grau<sup>1</sup>, sabem que l'encarregat de les obres fou el seu pare, en Mateu Frigolé, de Bescanó<sup>2</sup>, que el contractista fou el Sr. Montseny i que l'arquitecte fou Joan Roca i Pinet.

La central de Bescanó presenta la singularitat d'unes escultures modernistes. Les figures decoren el salt d'aigua que dona sortida al canal del sobreexidor i també el desguàs canalitzat del *torrent de ses Valls*<sup>3</sup>.

A la banda dreta del canal trobem una escala —llarga, estreta, sinuosa i sense barana— que baixa fins a les arcades de sortida de les dues turbines. L'escala està flanquejada de dalt a baix per escultures de formigó de l'alçada d'una persona. Són representacions esquemàtiques de motius vegetals: flors acampanades, bolets i fulles. Aquesta vegetació mineral, que envolta i amaga un pou, recorda vagament les flors de lis o les falgueres.

Destaquen quatre monstres d'aspecte ferotge i amenaçador. Són monstres amb l'aspecte de bèsties mitològiques, dracs o dinosaures, recoberts d'escates.

Sobre l'espigó que separa la sortida entre el canal del sobreexidor i el torrent de ses Valls, sorgint entre diversos motius florals, hi trobem el monstre més destacat, que recorda un basilisc: està assegut sobre les potes de darrere, acabades en grans urpes, té ales i un cap rematat per una cresta de tres puntes; treu la llengua, obrint una gran boca que mostra fileres de dents esmaltades i esmolades.

---

<sup>1</sup> Segons relata Josep Frigolé i Grau, a Can Volta hi hagué el primer transformador de Bescanó. Durant la dècada de 1930 el transformador es va traslladar al carrer de Galàn i García (carrer de Dalt) i, durant la guerra civil, la *Col·lectivitat del Ram de la Construcció* va traslladar-lo al carrer Major per a poder eixamplar aquest carrer

<sup>2</sup> Segons relata Josep Frigolé i Grau, el muntacàrregues usat per a construir la central de Bescanó també es va usar a les obres del Palau Nacional de l'Exposició Internacional de Barcelona de l'any 1929, juntament amb molt d'altre material de construcció que fou manllevat arreu de Catalunya.

<sup>3</sup> El *torrent de ses Valls* és un topònim que apareix en documents de Bescanó del segle XVII i que, per deformació fonètica, ha donat lloc al nou topònim *Turó dels Cavalls*.

Darrere aquest basilisc, una mena de granota monstruosa —només el tors— surt de la pedra i ens mira amb un gran ull rodó d'esmalt blanc, mentre ens amenaça amb una única pota de tres dits. Estirat al peu del mur de l'altra banda del torrent, hi ha un altre monstre, una mena de llangardaix o cocodril molt gras amb una espina dorsal de rajol. Treu la llengua, obrint la seva boca espatulada i sense dents.

Recargolada a terra, enmig del desguàs del torrent, encara s'observen les restes d'una mena de salamandra que l'aigua del torrent ha erosionat quasi completament. Tot el conjunt escultòric va ser realitzat amb ciment armat. Algun detall de rajol vermell i rajola blanca esmaltada ressalta els ulls, les dents i l'espina dorsal dels monstres. Segons Josep Frigolé i Grau —fill de l'encarregat d'obres de les centrals— les figures monstruoses d'estil modernista que adornen el salt d'aigua del sobreeixidor del canal foren creades per la mà i la imaginació d'un dels paletes de l'obra, amb material sobrant de la construcció. El nom de l'artista-paleta ens és desconegut. El disseny del conjunt pot ser atribuït a l'arquitecte Joan Roca i Pinet.



Foto de la central del Turó dels cavalls realitzada l'any 1916 (Font: Document Lluís Solé Perich)



Monstre arquitectònic de la façana de la central (Font: Revista La Pilastra)



## 8. Components Principals

### 8.1. Les Turbines

La central del Turó dels Cavalls de Bescanó, té una sala de turbines relativament petita si la comparem amb les altres dos de les quals versa aquest treball.

Concretament té dues turbines a la sala principal, les quals comparteixen espai amb els alternadors corresponents, els transformadors, els sistemes de control, i un vell panell actualment en desús que antigament funcionava com a governador de la central (actualment, com ja s'ha esmentat, està totalment automatitzada).

Aquestes turbines aprofiten el gran desnivell que hi ha considerant abans i després de la central per produir una potència superior a la seva central germana, la de Vilanna.

Degut a problemes tècnics, no s'han pogut realitzar fotografies dels grups turbina-generadors d'aquesta central. Per tant, el treball no recull les imatges d'aquests components, però si que hi consten les dades a les fitxes tècniques corresponents.



Antic panell de control de la central del Turó dels Cavalls. Presa a la sala de les turbines. (Fotografia d'elaboració pròpia)

### 8.1.1. Turbina 1

<b>Any de Construcció</b>	1916
<b>Fabricant</b>	Escubos
<b>Lloc de Procedència</b>	Barcelona
<b>Tipus de Turbina</b>	Kaplan
<b>Freqüència d'ús</b>	Sempre
<b>Manteniment</b>	Automàtic
<b>Potència màxima</b>	450kW
<b>Freqüència acoblament</b>	50Hz

El **lloc de procedència** és la ciutat a on hi ha l'empresa del **Fabricant**. L'apartat **Manteniment** fa referència a la freqüència en que es supervisa o hi intervé personal en el funcionament.

---

***Nota:** Recordem que no s'ha pogut adjuntar fotografia d'aquest component per qüestions de privacitat de l'empresa propietària.*

#### Explicació Detallada

Aquesta turbina és la principal de la central del turó dels cavalls. Té una potència màxima molt considerable, i es pot aprofitar de manera important degut a l'alt desnivell en comparació a les altres centrals que la del Turó aprofita.

#### Altres detalls importants

Actualment té components en manteniment. Aquest és un altre dels motius pels quals no s'ha pogut obtenir una imatge de tal turbina.

### 8.1.2. Turbina 2

<b>Any de Construcció</b>	1916
<b>Fabricant</b>	Escubos
<b>Lloc de Procedència</b>	Barcelona
<b>Tipus de Turbina</b>	Rodet*
<b>Freqüència d'ús</b>	Regular
<b>Manteniment</b>	Automàtic
<b>Potència màxima</b>	260kW
<b>Freqüència acoblament</b>	50Hz

El **lloc de procedència** és la ciutat a on hi ha l'empresa del **Fabricant**. L'apartat **Manteniment** fa referència a la freqüència en que es supervisa o hi intervé personal en el funcionament.

---

***Nota:** Recordem que no s'ha pogut adjuntar fotografia d'aquest component per qüestions de privacitat de l'empresa propietària.*

#### Explicació tècnica detallada

Aquest tipus de turbina no consta a la introducció teòrica ja que no és habitual. Una turbina *de rodets*, és una variant de l'altre tipus de turbina de la central, la Kaplan. El seu funcionament és molt similar a aquesta última.

#### Altres detalls importants

La seva freqüència d'ús és inferior a la 1ra turbina, la Kaplan. Això vol dir que només funciona quan hi ha cabal suficient i excessiu per a la primera turbina, la qual presenta un rendiment i potència superior a aquesta.

## 8.2. El Canal d'Aigua



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Dissenyador</b>	Joan Roca Pinet
<b>Darrere remodelació</b>	Cap
<b>Manteniment</b>	No*
<b>Cabal màxim possible</b>	10m <sup>3</sup>
<b>Cabal Regular</b>	6.5m <sup>3</sup>
<b>Fondària</b>	2 - 4m
<b>Amplada (part superior)</b>	12m
<b>Material de construcció</b>	Formigó i pedra
<b>Longitud total</b>	4,5Km
<b>Naixement / Final</b>	Bonmatí/Bescanó

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona encarregada en un nivell superior a tots els altres de la planificació del canal.. El **cabal màxim possible** és tota l'aigua que cap al canal. El **Material de construcció**, fa referència al morter que s'utilitza i al material estructural.

Finalment, la **Longitud total** és la distància entre els punts **Naixement** i **Final**.

### Explicació

Aquest tram del canal uneix la central del Turó dels cavalls amb la de La Grober (Bescanó).

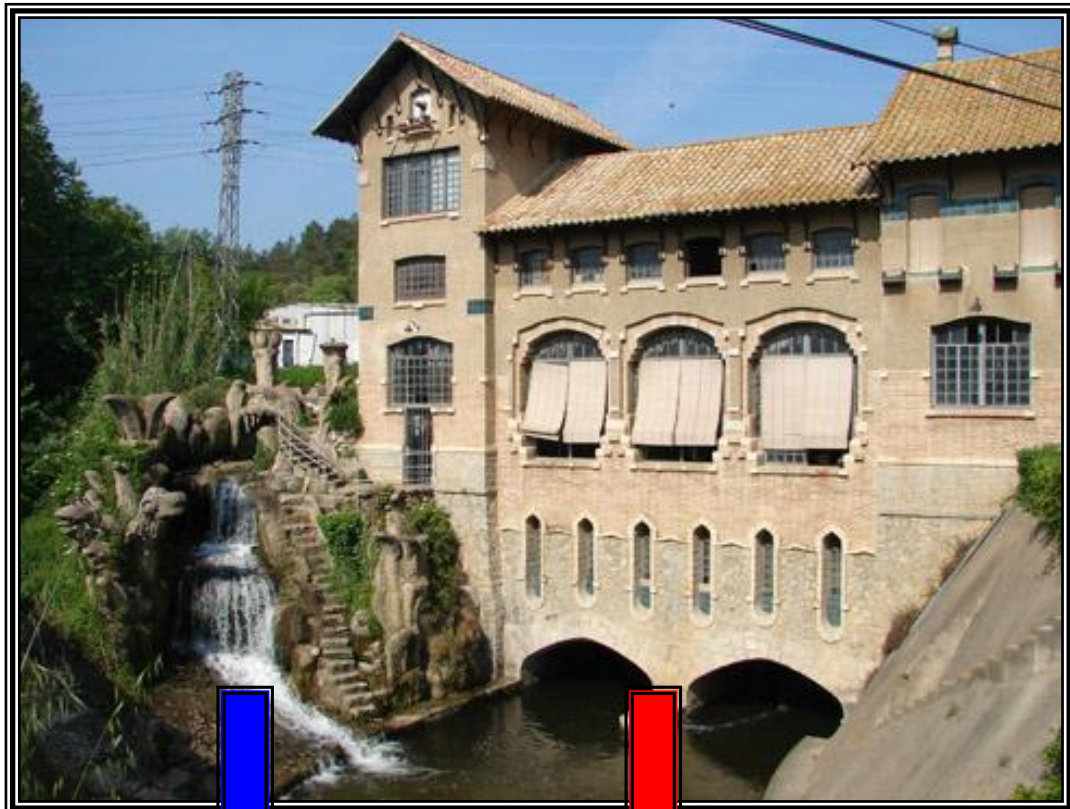
### Altres detalls importants

La fotografia és presa des de la finestra de la sala de les turbines. Per tant, està enfocada direcció i sentit Bescanó.

A l'apartat manteniment, posa "no", i es refereix a que no hi ha un manteniment cíclic, sinó remodelacions quan són necessàries degut al deteriorament de les parets del canal.

(Fotografia d'Elaboració pròpia)

### 8.3. Les dues Sortides d'aigua



**Sortida Auxiliar**

**Sortida(es) de Zona de Turbines**

#### **Sortida Zona Turbines**

Aquesta és la sortida que s'utilitza quan l'aigua del canal segueix el circuit que duu a les turbines en el moment que es desitja produir electricitat. Acaba amb dues boques, i quan s'utilitza aquesta sortida no s'aprecia espuma a l'aigua ja que la caiguda (aprofitada per les turbines) és a l'interior de la Central. Per tant, quan hi ha producció energètica, aquest canal és l'utilitzat, l'auxiliar queda completament sec.

En ocasions d'aigua excessiva (Exemple: Març 2011), es fa passar aigua pel circuit de turbines, però com que no té prou capacitat, també se'n desvia l'excés al canal Auxiliar lateral dret.

#### **Sortida Auxiliar**

Quan l'aigua no és utilitzada per turbinar, és desviada a aquest canal auxiliar, construït amb pedra picada a mà, i marcat a la imatge amb el vector de color blau.

Els moments que l'aigua circula per aquesta sortida, crea un efecte visual semblant al d'una cascada. (Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 8.4. Depurador del Canal



<b>Any de Construcció</b>	1916-1976*
<b>Manteniment</b>	Semiautomatitzat
<b>Material de construcció</b>	Acer inox.

El **Material de construcció**, no fa referència al morter que s'utilitza, sols al material estructural.

### Explicació tècnica detallada

El manteniment és semiautomatitzat. Això significa que està pensat per filtrar i eliminar automàticament les impureses (troncs i fulles) d'una mida estipulada que el canal porta.

Tot i això a vegades hi ha troncs de mida excessiva, o fins i tot porcs senglars (morts o vius) que cal retirar-los del canal ja per impedir danys a les màquines de filtratge o per evitar accidents a la carretera pròxima, situada a pocs metres de la central.

### Altres detalls importants

Abans del sistema automàtic, instaurat l'any 1976 aproximadament, per a l'evacuació de les impureses del filtre, sols hi havia la peça reixada per tal d'impedir el pas a les impureses.

L'eliminació dels residus del canal acumulats era tasca d'operaris de la central ajudats per rascles. (Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 8.5. Sala de Control



<b>Any d'incorporació</b>	2000 aprox.
<b>Dissenyador</b>	Desconegut
<b>Darrere remodelació</b>	Cap
<b>Manteniment</b>	No

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona o entitat que s'encarregà de la construcció d'aquest aparell.

### Explicació tècnica detallada

Aquesta màquina ens permet veure tota mena d'informació a temps real dels respectius elements de la central. Si poden apreciar diversos quadres amb agulles que indiquen des de la producció fins a la potència.

### Altres detalls importants

També ofereix la possibilitat de regular alguns factors, tal i com s'observa als dos panells inferior amb rodets. (Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 8.6. Generador

<b>Any de Construcció</b>	1916
<b>Dissenyador</b>	Escubos
<b>Turbina provinent</b>	1
<b>Freqüència d'ús</b>	Sempre
<b>Manteniment</b>	Puntual
<b>Intensitat màxima</b>	3000A
<b>Potència d'accionament</b>	35kW
<b>Potència entregada</b>	460kW
<b>Velocitat màxima (m/s)</b>	200m/s
<b>Velocitat màxima (Rpm)</b>	187rpm
<b>Freqüència acoblament (Hz)</b>	50 Hz
<b>Voltatge resultant</b>	2000V

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona o entitat que va dissenyar aquest alternador. Com que pertany a una turbina en concret (**Turbina provinent**), l'alternador s'usa tant sols quan la turbina corresponent funciona (**freqüència d'ús**).

---

### Explicació detallada

L'alternador s'encarrega de transformar l'energia de rotació de la turbina a electricitat. Necessita una potència mínima per funcionar, és a dir, que la turbina giri a una velocitat mínima estipulada que l'hi ha de proporcionar aquesta Potència d'accionament.

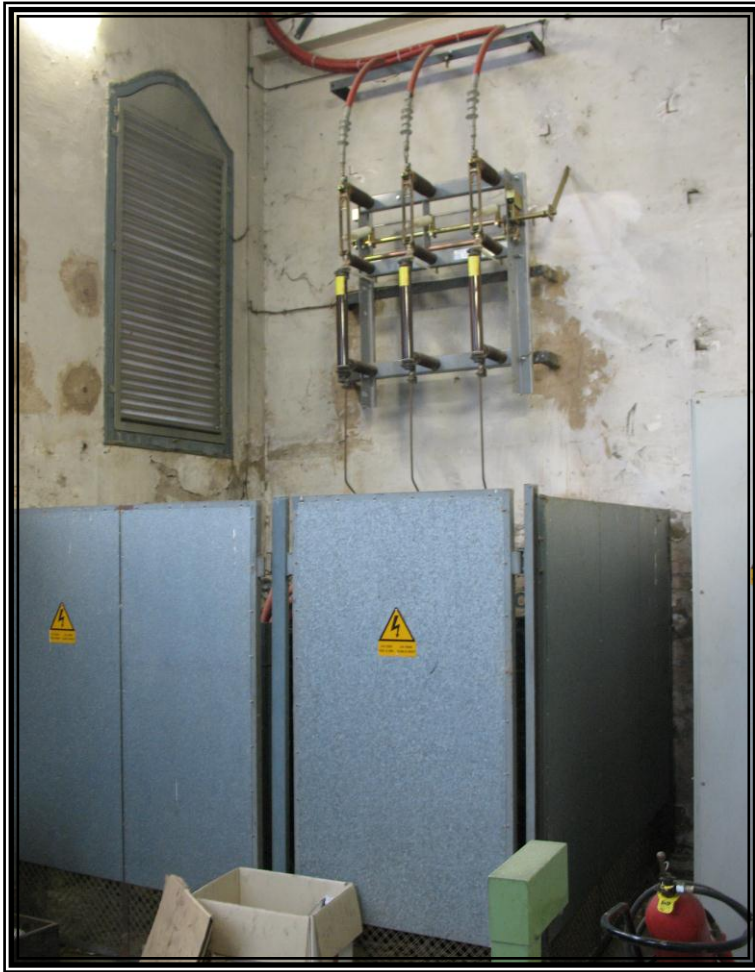
### Altres detalls importants

L'alternador pot escalfar-se fins a una temperatura de 70°C de seguretat.

L'oli que fa de lubricant (n'hi ha 111Kg), és d'un tipus que capta poc l'electricitat, “*dielèctric*”, però és molt contaminant i pot resultar perillós si no es prenen precaucions.

***Nota:*** Recordem que no s'ha pogut adjuntar fotografia d'aquest component per qüestions de privacitat de l'empresa propietària.

## 8.7. Transformadors



<b>Any de Construcció</b>	1916
<b>Fabricant</b>	GEE*
<b>Lloc de Procedència</b>	Madrid
<b>Manteniment</b>	Puntual
<b>Potència</b>	600Kw
<b>Voltatge entrant</b>	2000-1155 V
<b>Voltatge resultant</b>	24-26 kV
<b>Massa del conjunt</b>	3741Kg
<b>Intensitat</b>	231A
<b>Dimensions 1</b>	3.5m
<b>Dimensions 2</b>	5m
<b>Raó de transformació</b>	13 - 20

L'apartat **Dimensions 1** fa referència a l'amplada de l'espai que ocupa la màquina. **Dimensions 2**, és l'altura d'aquest mateix espai. La **Raó de transformació**, és el quocient entre la potència entrant i la resultant.

### Explicació detallada

GEE\* - *General Eléctrica Española*

El transformador s'encarrega de modificar els aspectes tècnics del corrent per tal d'acondicionar-lo pel seu transport via la xarxa elèctrica.

Podem observar que augmenta de 13 a 20 vegades el voltatge, això si, disminuint la intensitat d'entrada.

### Altres detalls importants

Per la seguretat del personal no és possible acostar-se molt als transformadors. Teòricament no hi ha perill en funcionament normal, però es treballen a uns voltatges molt alts.

Es poden observar els sistemes d'informació (normalitzats per AENOR) de perill i d'alt voltatge als plafons que rodegen els transformadors. (Fotografia d'Elaboració pròpia)



## 8.8. Manteniment

Tal i com s'ha especificat en els apartats anteriors, la forma de manteniment de la central ha variat al llarg dels darrers anys. La central va ser dissenyada per tal d'acollir una persona encarregada del manteniment de la pròpia central (Amb una vivenda adjunta a aquesta).

En "*Paco de la Central*" va ser l'última persona que va poder realitzar la tasca esmentada. Després de la seva jubilació, i treballant durant un període extens de temps fent el manteniment de la central, en Paco significa el punt i final d'aquest estil de manteniment. Actualment, el manteniment és realitzat des de l'empresa propietària, ja que no és rentable tenir un empleat fent el manteniment si es poden utilitzar sistemes automatitzats.

Aquest empleat, l'encarregat d'aquests manteniments puntuals, és en Xavier Massachs.

Tota aquesta forma de manteniment, degut a que està sota la mateixa possessió que la del Turó, també és aplicada a la central de Vilanna.

Antigament, degut a la gairebé nul·la automatització dels sistemes de funcionament, hi havia fins a 6 empleats treballant a cada central. Un total de dotze empleats treballant en torns d'entre 2 i 3 persones.



Fotografia realitzada des de la finestra de la sala de turbines. S'hi poden veure els monstres de la central, una vista que devia acompanyar el dia a dia dels treballadors de la central. (Font: Elaboració pròpia)

## 9. Producció Elèctrica

### 9.1. Producció elèctrica mitjana

Aquest apartat recull la mitjana aritmètica de la producció elèctrica al llarg d'un any en la central hidroelèctrica estudiada. La potència total és la suma de la potència que proporcionen les turbines de la central corresponent. La producció anual és un valor arrodonit a les centenes de miler.

Potència total de la Central (KW)	Producció mitjana mensual (KW·h)	Producció Mitjana anual (KW·h)
710 KW	250.000 KWh	3.000.000 KWh

### 9.2. Relació amb el cabal mitjà

Tal i com s'ha fet amb la producció energètica a l'apartat anterior, es prosseguirà analitzant els fluxos de cabal mitjà del canal que abasteix la central. La relació entre el cabal mitjà i la producció mitjana representa el quocient entre els **GW·h** anuals entre els **m<sup>3</sup>/s** regulars.

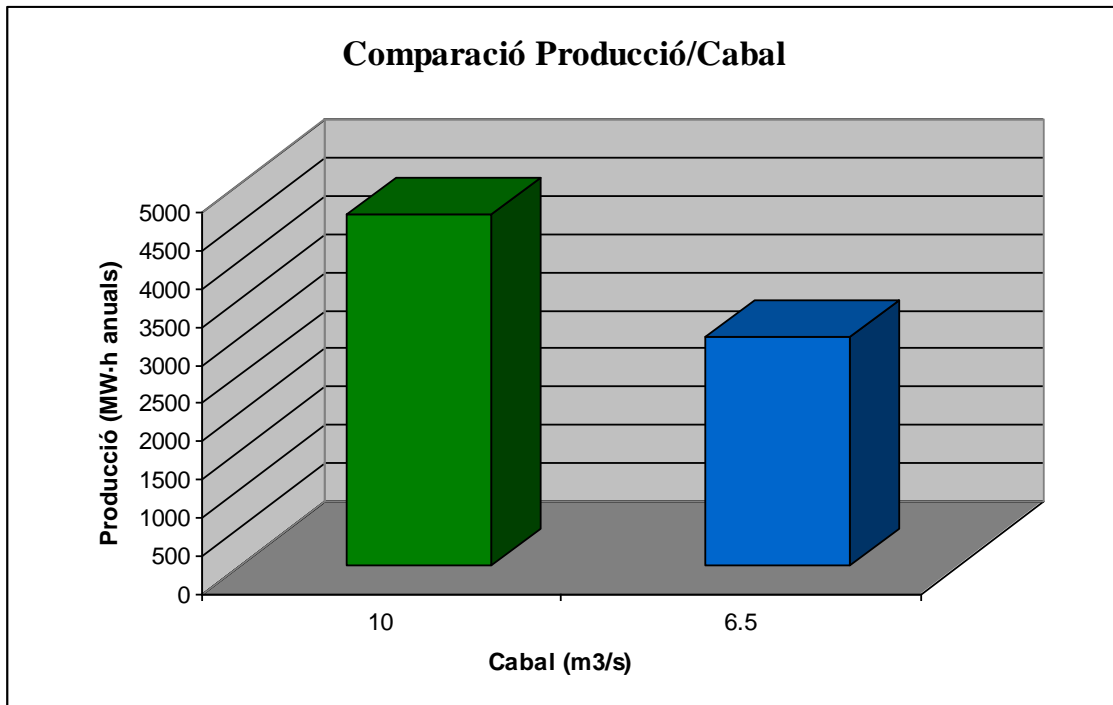
Cabal Mitjà del canal (m <sup>3</sup> /s)	Relació Cabal mitjà/producció mitjana
6.5 m <sup>3</sup> /s	0,461538

### 9.3. Producció possible i cabal possible

En aquesta part, s'estudiarà la producció màxima possible que la central podria generar. Per fer-ho, es relacionarà el quocient calculat a l'apartat anterior i es multiplicarà pel cabal màxim possible. Aquesta operació es pot realitzar ja que la producció és proporcional al cabal, i amb el cabal màxim no s'assoleix del tot la màxima producció de les turbines. El valor mostrat a l'apartat producció possible és arrodonit a les desenes de miler.

Cabal Possible del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció possible (KW·h)
10 m <sup>3</sup> /s	4.620.000 KWh

## 9.4. Gràfic comparatiu



Aquest gràfic recull totes les dades de la pàgina anterior per tal de donar-les a conèixer d'una manera més visible i de forma més comparativa.

Lògicament, amb un cabal superior la producció anual augmenta proporcionalment.

**Podem extreure les mateixes conclusions que a la central anterior.**

## 10. Recull fotogràfic

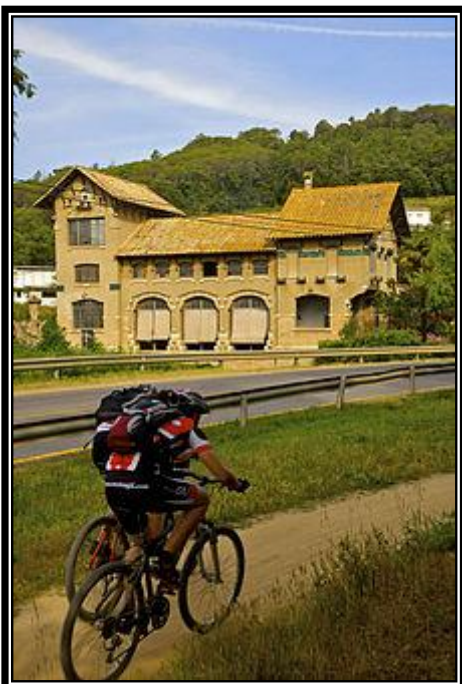
### 10.1. Imatges de la Central

Aquest apartat consta de diverses fotos històriques i actuals de la central del Turó dels Cavalls, amb una corresponent descripció de cada una.



· En aquesta fotografia podem observar els monstres de la central capturats fa més de 60 anys. A la foto també es pot descobrir la sinuosa escala que baixa fins al canal. En el moment de la presa de la foto s'estava turbinant, ja que no baixa aigua pel canal auxiliar.

---



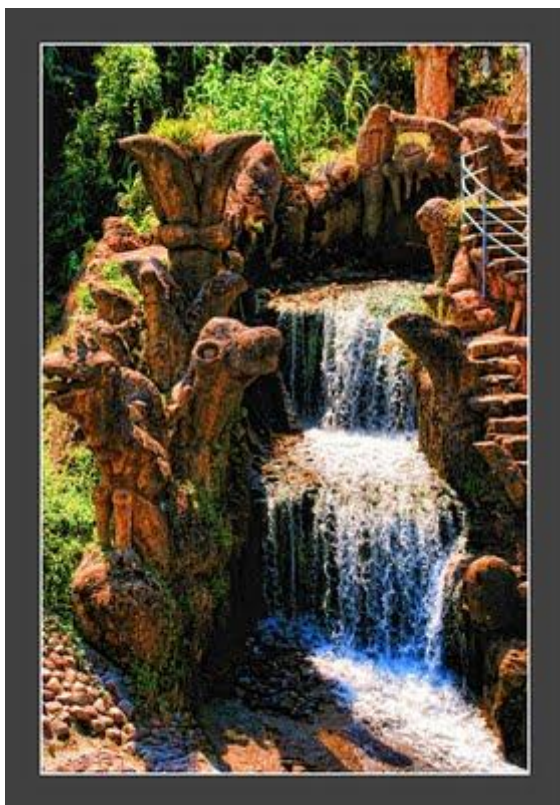
Aquesta imatge mostra la central vista des del carril bici. És una fotografia actual, feta a l'estiu del 2011 (14 juny 2011).

A l'esquerra d'aquesta imatge hi ha el barri del turó dels cavalls.



Tal i com observem a la data de la imatge, aquesta presa correspon al període d'intenses pluges que va fer augmentar el cabal del Ter molt considerablement (la major crescuda en aproximadament 15 anys). En la imatge el canal auxiliar va molt ple, però cal tenir en compte que les turbines estaven en funcionament, és a dir, que no tota l'aigua baixava per l'esquerra de la imatge.

---

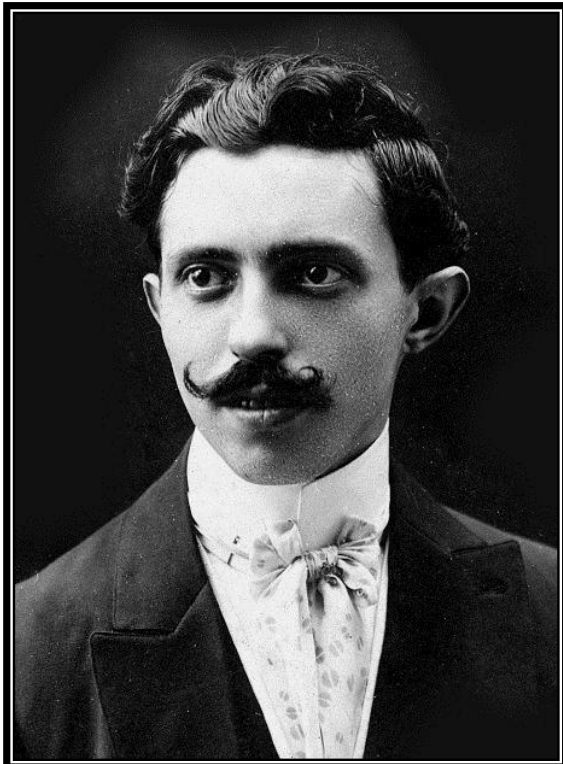


He decidit afegir aquesta fotografia, ja que la qualitat pel que fa als colors és bona, i es poden apreciar bona part de les figures descrites a la part de "Arquitectura de la Central".

També es veu directament el canal auxiliar, i l'estreta escala a la dreta.



A la imatge, Joan Roca i Pinet, de genolls. Dret, Miquel de Palol<sup>1</sup>. Fotografia presa entre l'any 1915 i 1916, durant el trajecte fins a Bescanó per supervisar les obres de la central del Turó dels Cavalls. (Font: *Revista de Girona*, n. 248, 2008)



Joan Roca i Pinet, l'arquitecte de la central. Fotografia presa l'any 1919 (*Arxiu família Roca i Pinet*).

<sup>1</sup> Miquel de Palol va ser un escriptor que va treballar més de cinc dècades per Ramon Berenguer, recollint en un llibre (*Girona i Jo*), tots els relats d'aquella relació. L'escriptor, descrivia a R. de Berenguer com "Un dels aristòcrates gironins més populars i simpàtics" (*Girona i Jo, Barcelona 1972*). Ell mateix, també descriu les màquines i com era l'ambient de treball en aquells anys: "A la planta baixa hi havia tots els primitius aparells que eren necessaris. Dinamos i transformadors, garrells de distribució o parallamps protectors, s'estrenyien en un local reduït, amb un ordre científic que avui ens esgarrifaria. Feien un soroll continuat que eixordava... els dies pitjors, els dies de *turmenta* més o menys llunyana, no podia deixar d'anar a veure les descàrregues de les línies que espurnejaven en els parallamps protectors dels aparells, i embadalir-m'hi"

## 11. La Central de Vilanna

### 11.1. Explicació de la Central

Si continuem avançant pel riu Ter en direcció contrària al seu sentit de fluència, ens trobem, just després de la Central del Turó dels Cavalls, amb la Central de Vilanna.

Les dues centrals tenen un origen molt comú, com s'explica en la seva història; la persona que decidí construir-la era la mateixa i ambdues estan incloses en un mateix tractat sobre el dret a utilitzar les aigües del riu Ter. També cal recordar que les dues comparteixen el mateix canal d'aportació aquífera.

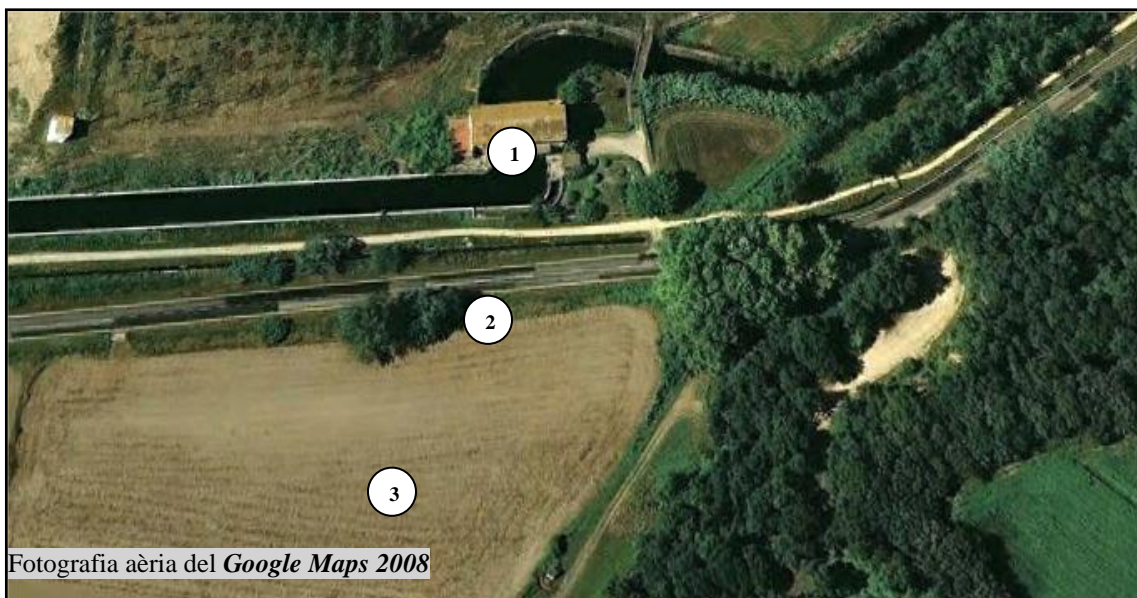
Aquesta central en particular, és més grossa que l'anterior (estructuralment parlant). Tot i això la central del Turó dels Cavalls va ser pensada per poder generar 820HP, mentre que la de Vilanna es quedà endarrere amb 622HP. Aquesta última va ser construïda abans, concretament al 1905-1906.

Tal i com la central del Turó dels Cavalls, aquesta tenia un encarregat del manteniment (el qual com ja s'ha especificat vivia a la part superior de la primera). Però des d'un temps relativament proper, no hi ha cap operari i ambdues centrals avancen cap a l'automatització.

### 11.2. Context i Situació

La central de Vilanna (1), està situada al costat de la carretera N-141 (2), al Km 108.6.

En una situació propera trobem cases del poble de Vilanna (el qual és molt dispers). A la imatge també es pot observar la zona on hi ha la central transformadora (3), construïda recentment (2010-2011).



### 11.3. Futur de la Central

A l'apartat anterior 5.4, corresponent al "Futur de la Central del Turó dels Cavalls", hi ha un resum detallat sobre la situació en el qual es troba el sistema de minicentrals hidroelèctriques actualment.

Aquesta situació és totalment aplicable a aquesta central, considerant les dimensions, situació, i que són possessió de la mateixa empresa.

Per tant podem treure conclusions semblants, essent la principal l'avenç directe a l'automatització. Cal afegir que la central de Vilanna va ser automatitzada per primera vegada al 1950, deixant doncs tant sols una persona a càrrec de 2 centrals.

Com passaria amb la central del Turó dels Cavalls, en el cas hipotètic que arribés el seu tancament, la central seria, segurament, renovada com a element decoratiu i utilitzada per la realització de visites.



Al 1905, es va dibuixar la central de Vilanna, corresponent imatge de la part inferior dreta (obra de Joan Roca i Pinet). Aquesta central va entrar en funcionament al 1906, i es va crear un accionariat anomenat *Empresas Eléctricas S.A.*, amb capital de 4.000 accions amb valor de 500 pessetes. L'any 1908 la central ja distribueix per la línia electricitat fins a Palamós. (Font: Arxiu de Lluís Solé i Perich)



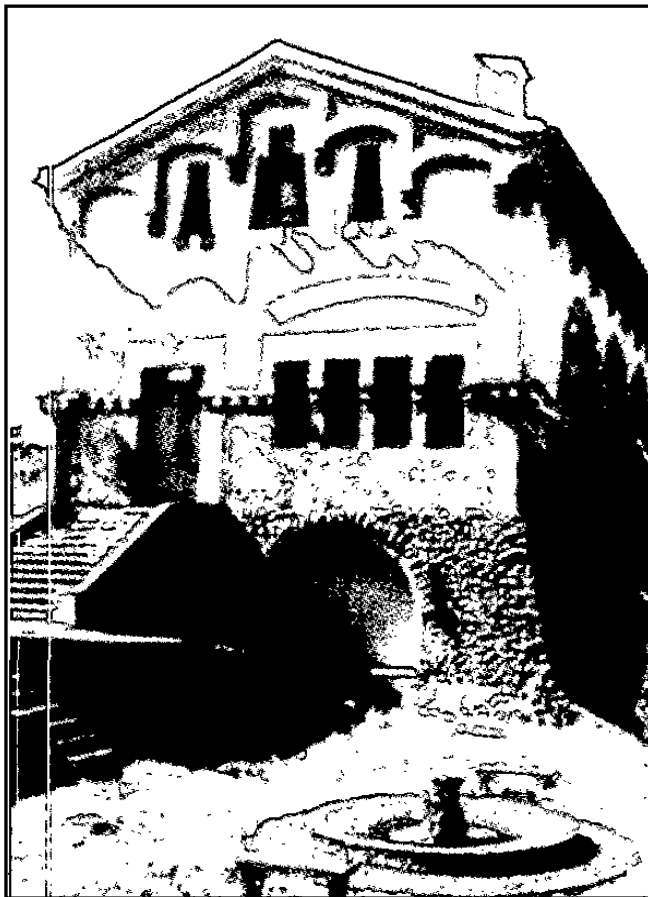
## 11.4. Arquitectura de la Central

A l'hora de construir la central de Vilanna es va dissenyar un edifici format per dos blocs o dos cossos principals. Una nau longitudinal que contenia les turbines i la maquinària i un cos transversal de dos pisos destinat a l'habitatge i l'oficina.

Per a la construcció de l'estructura es va preveure utilitzar pedres rierenques i rajol roig per emmarcar l'edifici i decorar les arcades i obertures, al mateix temps que el voladís del taulat. Les baranes dels balcons havien de ser construïdes de ferro colat, i el cobriment de la teulada amb teules esmaltades.

Però la construcció final va ser adequada a un model molt més funcional, tot i conservar l'aire modernista que la caracteritza. Aquesta va ser totalment simplificada, des de les arcades de les obertures fins a la construcció de tant sols un cos longitudinal.

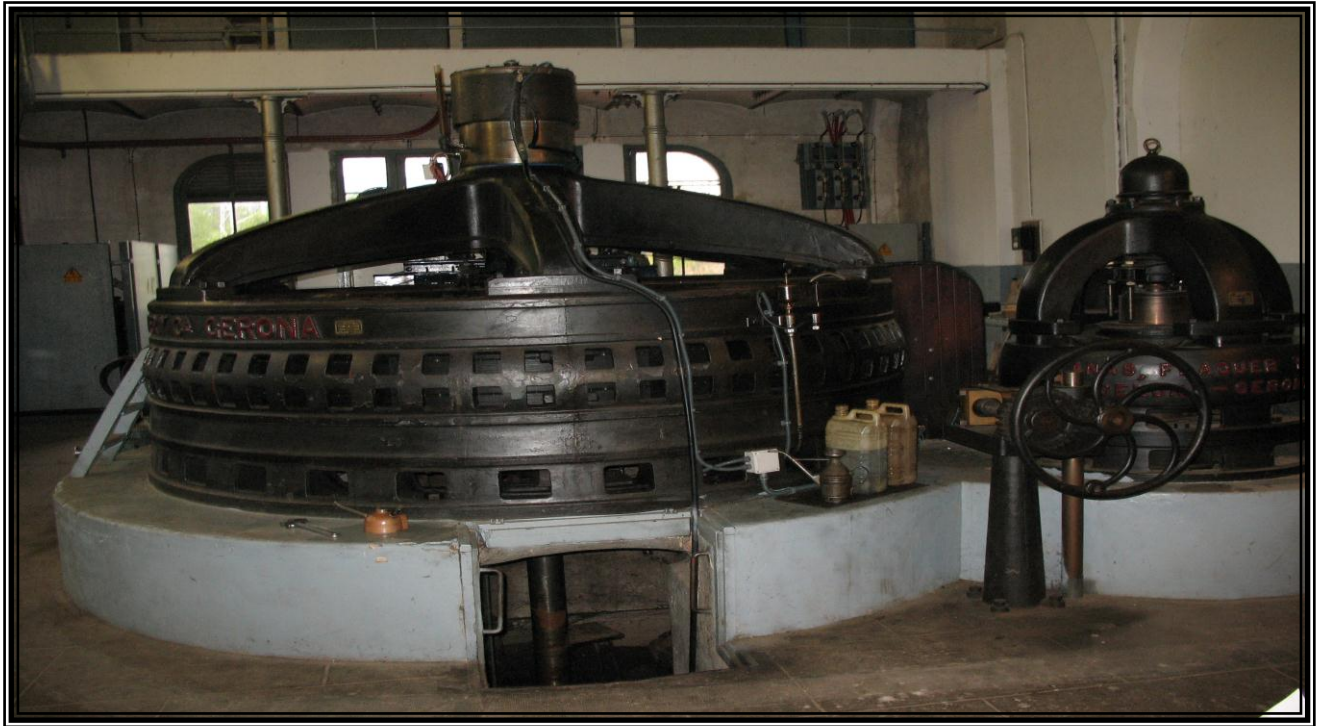
A la planta inferior d'aquest, s'ubicaren els generadors, els sistemes tècnics i les oficines. A la planta superior hi ha l'habitatge.



Imatge de la central de Vilanna realitzada al 1905, just després de la seva construcció.  
(Font: Arxiu de Lluís Solé i Perich)

## 12. Components Principals

### 12.1.1. Turbina 1



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Fabricant</b>	Planas Flaquer
<b>Lloc de Procedència</b>	Barcelona
<b>Tipus de Turbina</b>	Francis
<b>Freqüència d'ús</b>	Sempre
<b>Manteniment</b>	Automàtic
<b>Potència màxima</b>	260kW
<b>Freqüència acoblament</b>	50Hz

El lloc de procedència és la ciutat a on hi ha l'empresa del Fabricant.

#### Explicació tècnica detallada

Al tenir una potència més baixa aquesta turbina és capaç d'aprofitar més bé que la seva contigua cabals poc importants. Per aquest motiu aquesta sempre està en funcionament i la turbina 2 s'usa quan hi ha un cabal d'aigua considerable.

#### Altres detalls importants

Es pot observar com una entrada a sota la turbina. Si un s'hi endinsa, pot veure l'eix de l'aparell, el qual quan està en funcionament roda a gran velocitat i fa un soroll considerable.

(Fotografia d'Elaboració pròpia)

### 12.1.2. Turbina 2



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Fabricant</b>	Planas Flaquer
<b>Lloc de Procedència</b>	Barcelona
<b>Tipus de Turbina</b>	Francis
<b>Freqüència d'ús</b>	Regular
<b>Manteniment</b>	Automàtic
<b>Potència màxima</b>	350kW
<b>Freqüència acoblament</b>	50Hz

El lloc de procedència és la ciutat a on hi ha l'empresa del Fabricant.

---

#### **Explicació tècnica detallada**

Com hem dit aquesta turbina no funciona de forma tan habitual com la primera.

També mostra un forat el qual permet veure l'eix.

#### **Altres detalls importants**

A l'apartat de manteniment (Situat més endavant), es podrà observar el sistema mecanitzat de posada en marxa / aturada d'aquesta màquina.

(Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 12.2. El Canal d'Aigua



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Dissenyador</b>	Joan Roca Pinet
<b>Salt</b>	10m
<b>Darrere remodelació</b>	Cap
<b>Manteniment</b>	No*
<b>Cabal màxim possible</b>	13m <sup>3</sup>
<b>Cabal Regular</b>	7m <sup>3</sup>
<b>Fondària</b>	Entre 2 i 4 m.
<b>Amplada (part superior)</b>	15m
<b>Material de construcció</b>	Pedra i Formigó
<b>Longitud total</b>	6,5Km
<b>Naixement / Final</b>	Bonmatí/Bescanó

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona encarregada en un nivell superior a tots els altres de la planificació del canal. El **cabal màxim possible** és tota l'aigua que cap al canal. El **Material de construcció**, no fa referència al morter que s'utilitza, sols al material estructural.

Finalment, la **Longitud total** és la distància entre els punts **Naixement** i **Final**.

### Explicació

Continuació lògica del curs del riu. Aquesta tram uneix aquesta central (La primera del recorregut considerant el sentit del riu), amb la del Turó dels cavalls, 2Km aproximadament més enllà direcció Girona.

### Altres detalls importants

El canal està molt eixamplat just després de la sortida de la central, tal i com es pot veure a la imatge. Tot i això, la seva amplada és molt més estreta al llarg del recorregut.

(Fotografia d'Elaboració pròpia)

### 12.3. Depurador del Canal



<b>Any de Construcció</b>	1906 - 1974
<b>Manteniment</b>	No*
<b>Material de construcció</b>	Acer inox

L'apartat **Dissenyador**, correspon aquella persona o entitat que va fer el depurador. El **valor econòmic** és el cost del canal a l'època en que es va construir. El **Material de construcció**, no fa referència al morter que s'utilitzà, sols al material estructural.

#### Explicació tècnica detallada

L'any de construcció (1906) fa referència a l'any en que es va fer el primer sistema de filtratge (l'any de construcció de la central). Tal i com va passar a la central del Turó dels cavalls, més tard es va incorporar un sistema de neteja automàtica del reixat.

#### Altres detalls importants

Recordem que, igual que a la central de Bescanó, a la central de Vilanna, antigament, no hi havia el sistema actual de neteja del reixat.

Aquesta acció era realitzada pels empleats de la central, que amb rasclons eliminaven allò que era filtrat.

L'entrada d'aigua d'aquesta central té un sobreixidor (veure apartat de fotografies) en comptes d'una sortida auxiliar com a la del Turó dels cavalls. Això permet que els troncs més grossos o els animals que s'han avocat al canal puguin sortir o ser evacuats per aquest lloc. (Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 12.4. Sala de Control



<b>Any d'incorporació</b>	2000 aprox.
<b>Dissenyador</b>	Sense informació
<b>Darrere remodelació</b>	No
<b>Manteniment</b>	Automàtic

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona o entitat que s'encarregà de la construcció d'aquest aparell.

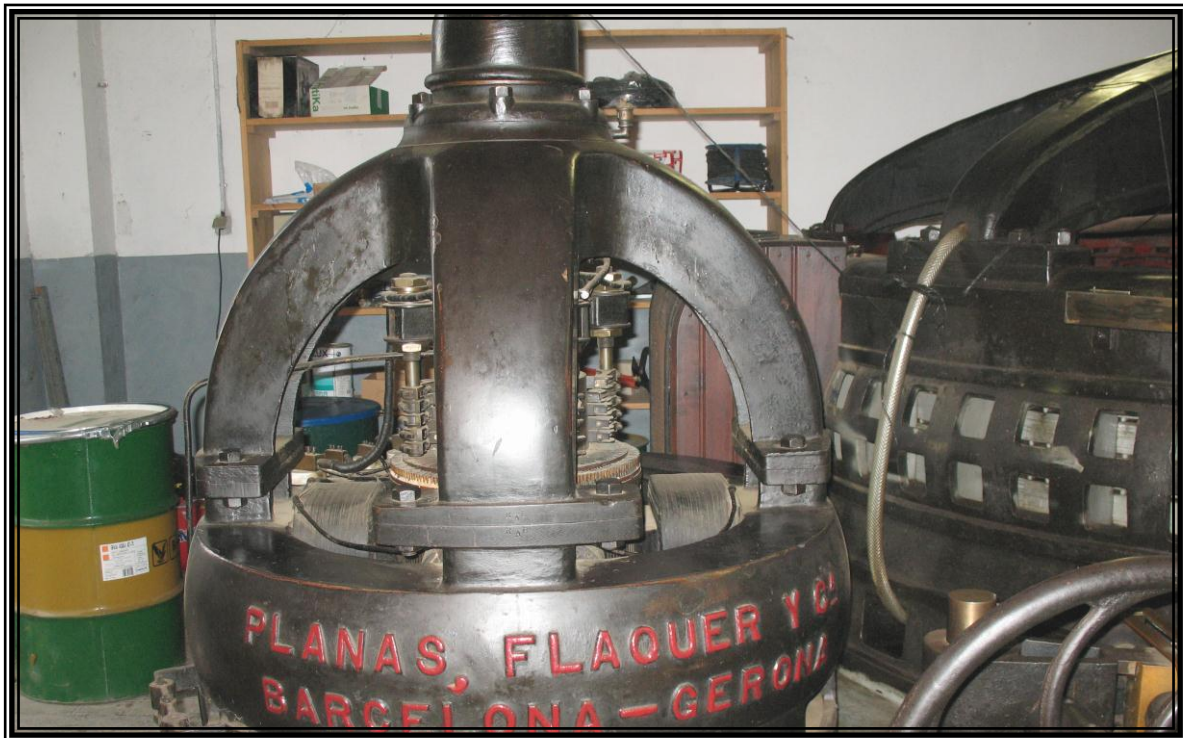
### Explicació tècnica

Aquest element és molt similar al de la central anterior. També ens permet observar alguns aspectes com l'estat (en marxa o aturat) dels elements.

### Altres detalls importants

Aquesta màquina, tal i com s'observa a la fotografia, té més panells de regulació, és a dir, que permet un joc més ampli de modificació dels diversos factors regulables de la central.  
(Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 12.5. Generador



<b>Any de Construcció</b>	1906
<b>Dissenyador</b>	Planes Flaquer
<b>Turbina provinent</b>	Turbina 2
<b>Freqüència d'ús</b>	Espontani
<b>Manteniment</b>	Habitual
<b>Intensitat màxima</b>	3000A
<b>Potència d'accionament</b>	30Kw
<b>Potència entregada</b>	360Kw
<b>Velocitat màxima (rad/s)</b>	314,16 rad/s
<b>Freqüència de gir (Hz)</b>	50 Hz
<b>Voltatge resultant</b>	2000V

L'apartat **Dissenyador**, fa referència a aquella persona o entitat que va dissenyar aquest alternador. Com que pertany a una turbina en concret (**Turbina provinent**), l'alternador s'usa tant sols quan la turbina corresponent funciona (**freqüència d'ús**). La freqüència de gir són les voltes que l'eix de l'alternador fa per segon

### Altres detalls importants

Una freqüència d'ús espontani va directament lligat a l'ús de la turbina contigua.

Les dues turbines que formen part de la central disposen d'un alternador contigu cada una, però degut a la semblança total dels dos tan visualment, mecànicament i tècnicament, només se'n presenta un (en aquest cas, corresponent a la turbina 1). (Fotografia d'Elaboració pròpia)

## 12.6. Transformadors



<b>Any de Construcció</b>	1916
<b>Fabricant</b>	GEE*
<b>Lloc de Procedència</b>	Barcelona
<b>Manteniment</b>	Regular
<b>Potència</b>	550
<b>Voltatge entrant</b>	2000V
<b>Voltatge resultant</b>	25.000V
<b>Massa del conjunt</b>	4200Kg
<b>Intensitat</b>	240A
<b>Dimensions 1</b>	5m
<b>Dimensions 2</b>	3m
<b>Raó de transformació</b>	12,5

L'apartat **Dimensions 1** fa referència a l'amplada de l'espai que ocupa la màquina. **Dimensions 2**, és l'altura d'aquests mateix espai. El **Valor econòmic** és el preu que es va pagar en el moment que es construï la central. El **Rendiment** s'ha calculat a partir de la potència útil en relació a l'absorbida. La **Raó de transformació**, és el quocient entre el bobinat primari i el secundari (les espines corresponents).

### Explicació detallada

GEE\* - *General Eléctrica Española*

El transformador s'encarrega de modificar els aspectes tècnics del corrent per tal d'acondiónar-lo pel seu transport via la xarxa elèctrica.

Podem observar que augmenta unes 12,5 vegades el voltatge, però disminuint la intensitat.

### Altres detalls importants

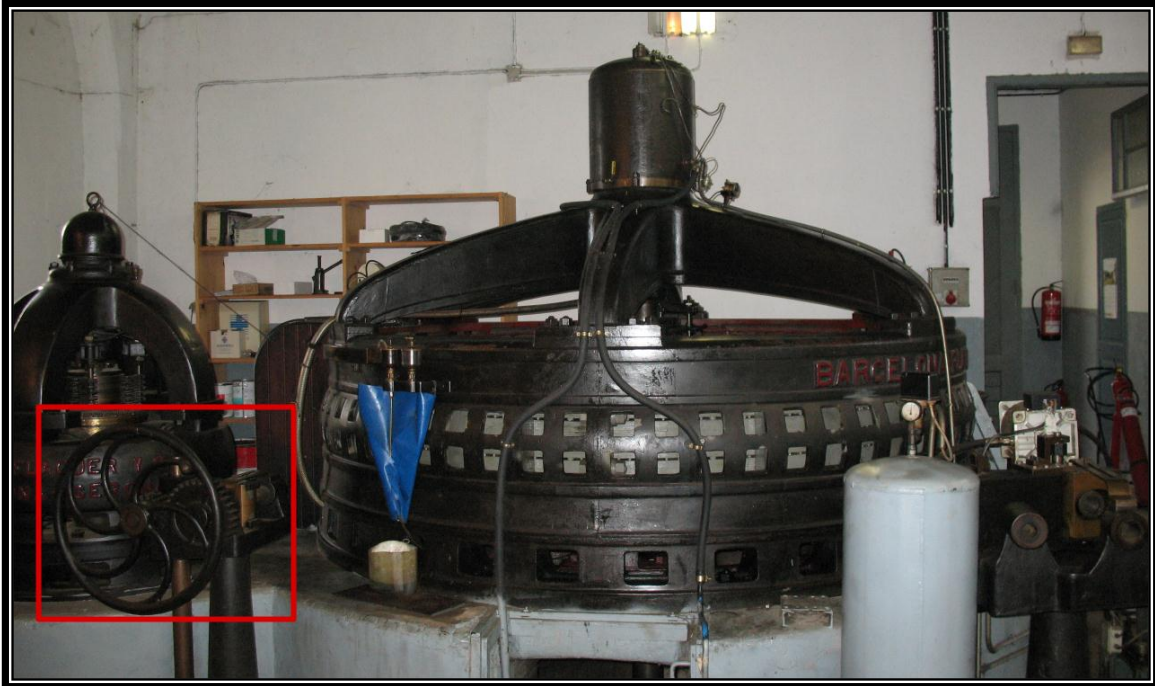
Per la seguretat del personal no és possible acostar-se molt als transformadors. Teòricament no hi ha perill en funcionament normal, però es treballa a uns voltatges molt alts.

Es poden observar els sistemes d'informació (normalitzats per AENOR) de perill i d'alt voltatge als plafons que rodegen els transformadors. (Fotografia d'Elaboració pròpia)



## 12.7. Manteniment de la Central

Aquest apartat és completament similar al de la central anterior i germana d'aquesta (la de Bescanó, Turó dels cavalls). Tot i això aquest apartat consta en el treball ja que a la central de Vilanna hi ha un sistema d'automatització a comentar.



Si observem la fotografia corresponent a la Turbina II de la central, es pot reconèixer un sistema de posada en marxa/parada de la turbina (senyalat amb vermell a la imatge).

Aquest sistema era manual, i actualment està en desús. Aquesta tasca és realitzada de forma totalment automàtica per un sistema de vàlvules i pistons hidràulics que segons l'hora engeguen o apaguen la turbina. (Nota: Aquest sistema també està present a la turbina I)



Sistema de pistons  
hidràulics que  
s'encarreguen de la posada  
en marxa/aturada de la  
turbina

(Font: Elaboració pròpia)

## 13. Producció Elèctrica

### 13.1. Producció elèctrica mitjana

Aquest apartat recull la mitjana aritmètica de la producció elèctrica al llarg d'un any en la central hidroelèctrica estudiada. La potència total és la suma de la potència que proporcionen les turbines de la central corresponent. La producció anual és un valor arrodonit a les centenes de miler.

Potència total de la Central (KW)	Producció mitjana mensual (KW·h)	Producció Mitjana anual (KW·h)
610 KW	208.333 KW·h	2.500.000 KW·h

### 13.2. Relació amb el cabal mitjà

Tal i com s'ha fet amb la producció energètica a l'apartat anterior, es prosseguirà analitzant els fluxos de cabal mitjà del canal que abasteix la central. La relació entre el cabal mitjà i la producció mitjana representa el quocient **GW·h** anuals entre els **m<sup>3</sup>/s** regulars.

Cabal Mitjà del canal (m <sup>3</sup> /s)	Relació Cabal mitjà/producció mitjana
7 m <sup>3</sup> /s	0,35714

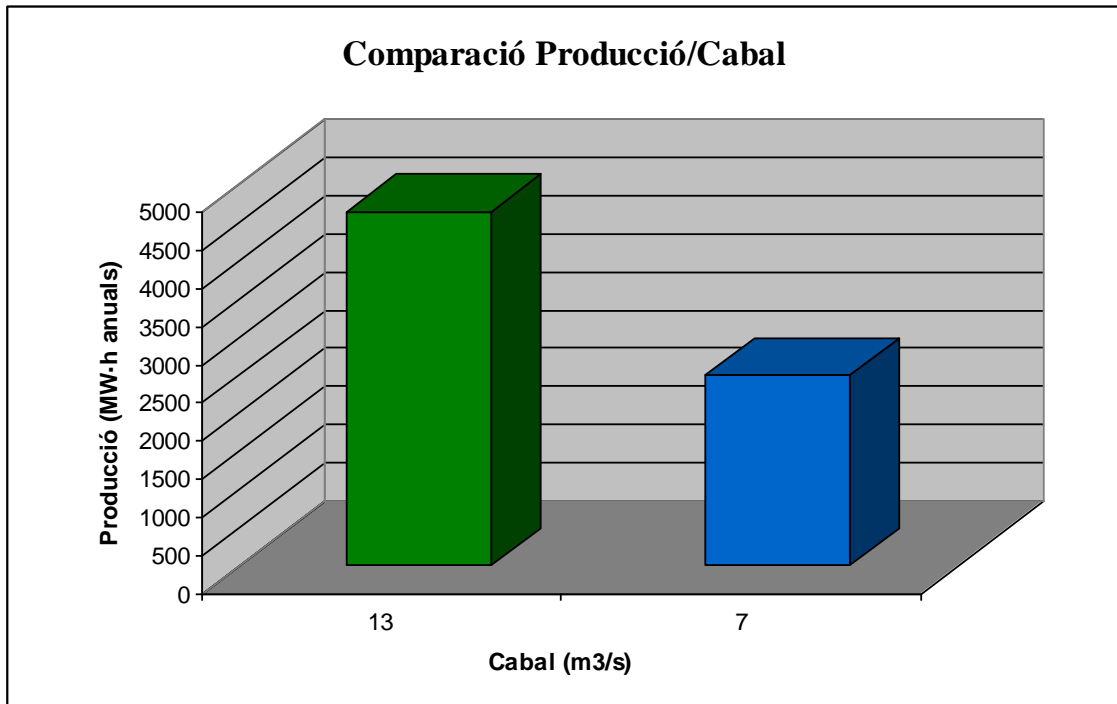
### 13.3. Producció possible i cabal possible

En aquesta part, s'estudiarà la producció màxima possible que la central podria generar. Per fer-ho, es relacionarà el quocient calculat a l'apartat anterior i es multiplicarà pel cabal màxim possible. Aquesta operació es pot realitzar ja que la producció és proporcional al cabal, i amb el cabal màxim no s'assoleix del tot la màxima producció de les turbines.

El valor mostrat a l'apartat producció possible és arrodonit a les desenes de miler.

Cabal Possible del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció possible (KW·h)
13m <sup>3</sup> /s	4.650.000 KW·h

### 13.4. Gràfic comparatiu



Aquest gràfic recull totes les dades de la pàgina anterior per tal de donar-les a conèixer d'una manera més visible i de forma més comparativa.

Lògicament, amb un cabal superior la producció anual augmenta proporcionalment.

**Podem extreure les mateixes conclusions que a les dues centrals anterior.**

## 14. Recull fotogràfic de La Central de Vilanna

### 14.1. Imatges de la Central

Aquest apartat consta de diverses fotos històriques i actuals de la central de Vilanna, amb una corresponent descripció de cada una.



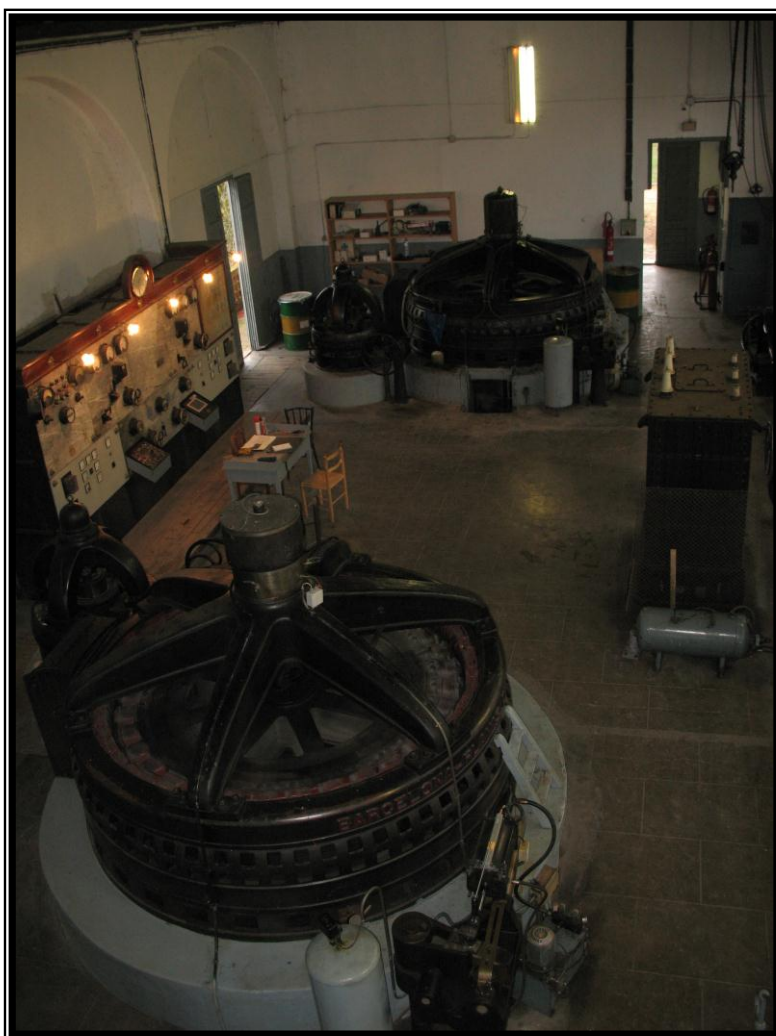
En aquesta fotografia podem observar la central des d'una vista frontal. Es pot apreciar l'excés d'aigua del canal (pel sobreexidor), degut a un augment del cabal del riu als mesos d'abril i maig del 2011. L'aigua és utilitzada per turbinar, però la que sobre, retorna al canal principal pel camí auxiliar de la dreta. (Font: Internet, Google Imatges)



Aquesta imatge pot ser útil per imaginar-se les dimensions reals de la central. Va ser feta al costat de la carretera, enfocant amb una direcció paral·lela a aquesta (El canal és paral·lel a la N-141). Recordem que es troba al Km 108,6 de tal carretera



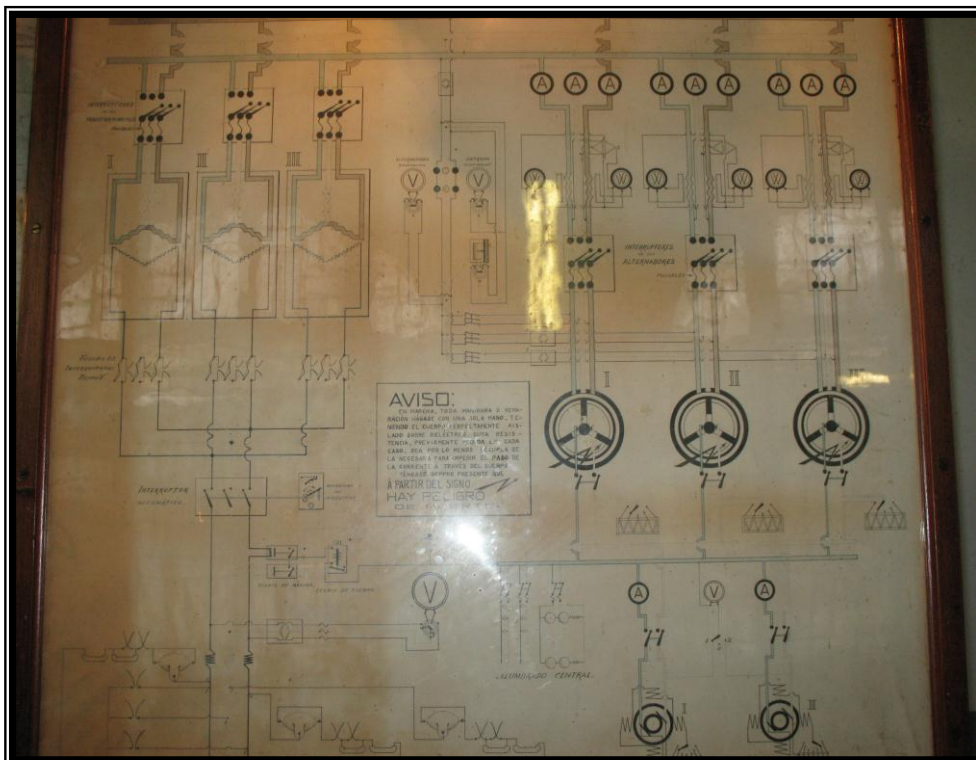
Element de la central (turbina petita que feia de dinamo per la llum de la central) en el que es pot observar el nom del fabricant de les turbines, la data i el lloc de fabricació. (Font: Elaboració pròpia)



Fotografia superior i panoràmica de la central que ens permet situar els components i fer-nos una idea de les seves dimensions. La fotografia està feta des d'una zona elevada en la qual hi ha els transformadors. (Font: Elaboració pròpia)



Antic panell de control de la central de Vilanna. Actualment està completament en desús (la central està totalment automatitzada). Si pot observar un rellotge que tampoc funciona, uns panell de posta en marxa i aturada de la central, i dos panells idèntics per controlar i recollir les dades de les dues turbines. (Font: Elaboració pròpia)



Font: Elaboració pròpia. Fotografia que mostra un mapa esquemàtic de la central. Al centre si pot llegir: “*En marcha, toda maniobra o reparación, hágase solo con una mano*”, entre altres mesures de seguretat per no enramar-se.

## 15. Estudi viabilitat d'abastiment elèctric als Serveis Públics de Riudellots

En aquest apartat apareix l'estudi realitzat per tal d'esbrinar la possibilitat de suplir la demanda energètica del municipi de Riudellots amb la producció elèctrica de les centrals.

Per fer-ho s'avaluaran les dades productives de les centrals en conjunt, i es posaran en comparativa amb la demanda energètica dels serveis públics del municipi.

Per tant, comprovarem si avui en dia seria possible suplir amb aquesta font d'energia aquesta demanda, tal i com havia succeït en la història d'aquestes centrals.

De totes maneres, aquest estudi és tant sols amb afany comparatiu, ja que les centrals pertanyen a empreses privades i no a l'ajuntament, i per fer possible aquest cobriment energètic s'hauria de realitzar la compra d'aquestes centrals.

També és precís comentar que les centrals estudiades formen part del terme municipal de Bescanó, però no ha estat possible l'accés a les dades elèctriques d'aquest poble i la comparació serà realitzada amb la localitat de Riudellots de la Selva.

### 15.1. Resultats de producció regular actual

Les següents taules recullen els resultats dels càlculs de producció regular a les centrals estudiades. També s'inclourà un apartat amb la suma de totes aquestes produccions, el total.

#### Central possible de La Grober

Cabal mitjà del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció mitjana (KW·h)
2,2 m <sup>3</sup> /s	1.727.000 KWh

#### Central possible de Vilanna

Cabal mitjà del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció mitjana (KW·h)
6,5 m <sup>3</sup> /s	3.000.000 KWh

#### Central possible del Turó dels Cavalls

Cabal mitjà del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció mitjana (KW·h)
7 m <sup>3</sup> /s	2.500.000 KW·h

#### Total

Producció mitjana(KW·h)
7.227.000 KWh

## 15.2. Resultats de producció possible

En les següents taules es mostrarà les dades de producció elèctrica de cada central, i la suma de totes aquestes. Per aquest apartat, considerarem la producció possible, aquella que es podria fer amb els cabals màxims a les centrals

### Central possible de La Grober

Cabal Possible del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció possible (KW·h)
12 m <sup>3</sup> /s	5.518.000 KWh

### Central possible de Vilanna

Cabal Possible del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció possible (KW·h)
13m <sup>3</sup> /s	4.650.000 KW·h

### Central possible del Turó dels Cavalls

Cabal Possible del canal (m <sup>3</sup> /s)	Producció possible (KW·h)
10 m <sup>3</sup> /s	4.620.000 KWh

### Total Possible

Producció possible (KW·h)
14.788.000 KWh

## 15.3. Consum Elèctric Riudellots

Segons les dades aportades des de l'Ajuntament de Riudellots de la Selva, podem configurar la següent taula de valors del consum elèctric dels serveis públics de Riudellots.

Cal tenir en compte que aquest consum és el present a les factures que paga l'ajuntament, i inclou tot el consum de complexos municipals (com pavellons de patinatge o bàsquet), faroles, electricitat als edificis públics.

Consum mitjà mensual (KW·h)	Consum mitjà anual (KW·h)
72.000 KWh	864.000 KWh

## 15.4. Relació Producció / Consum

Aquest apartat realitzarà la comparació en sí. Es posarà en relleu la producció possible i la producció regular amb el consum específic de la localitat de Riudellots de la Selva.

Consum mitjà anual	Producció mitjana anual	Producció possible anual
864.000 KWh	7.227.000 KWh	14.788.000 KWh



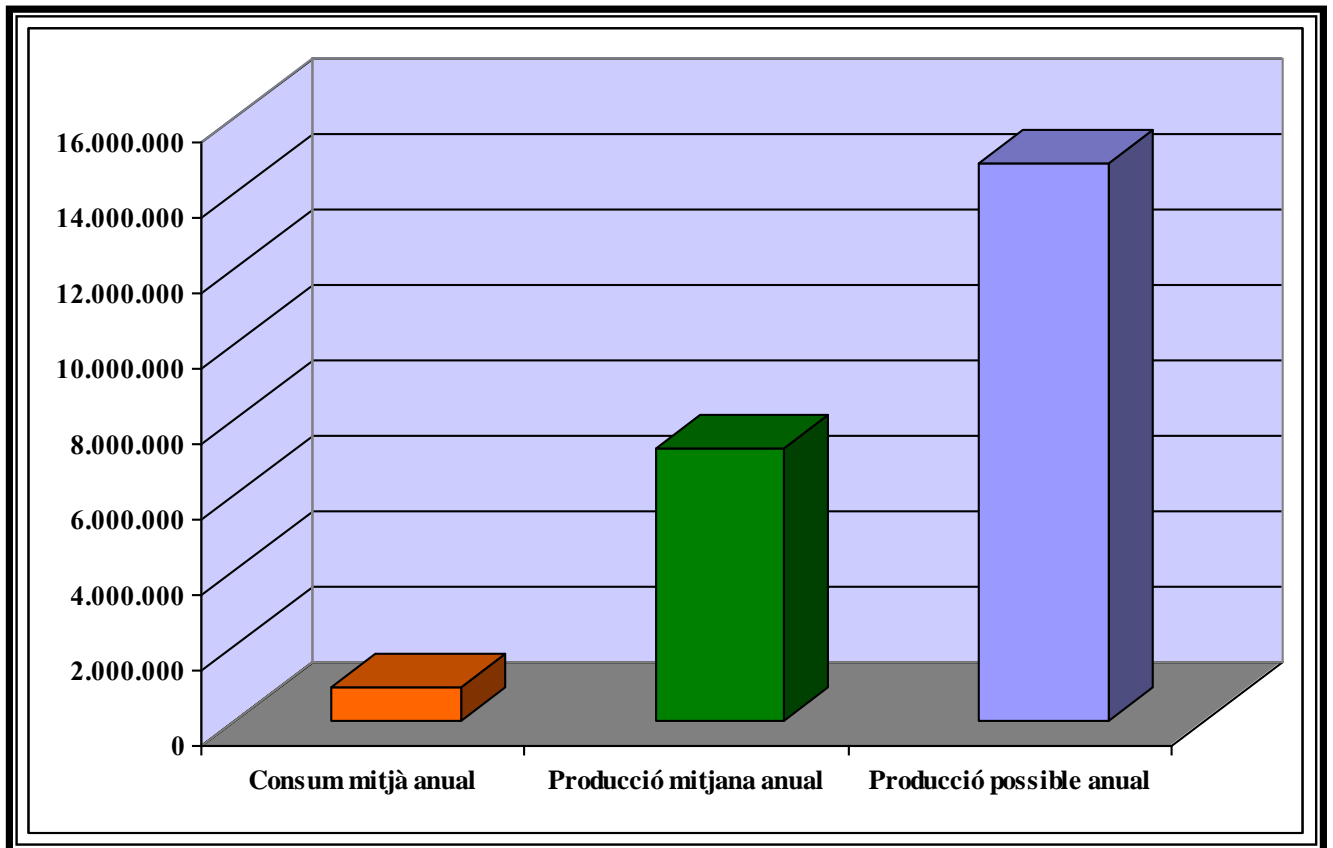
## 15.5. Gràfic comparatiu

En el següent gràfic es posa en comparativa les dades obtingudes als apartats anteriors.

D'aquesta manera, es pot observar la conclusió numèrica de l'estudi des d'un punt de vista més gràfic que pot ajudar a fer-nos una idea de les relacions entre els valors.

Com s'especifica, a l'eix X hi ha el nom corresponent a cada barra del diagrama.

A l'eix Y, hi ha el consum/producció, en les unitats de **KWh / any**



## 15.6. Conclusions

Observant les dades del consum mitjà anual de la localitat de Riudellots de la Selva obtenim un valor que, posat en comparativa amb els termes productius de les centrals ja calculats, ens permet obtenir les següents conclusions:

En primer lloc, tant la suma de les produccions regulars de les 3 centrals, com les produccions màximes o possibles d'aquestes mateixes, superen de bon tros el consum dels serveis municipals de Riudellots.

La producció mitjana seria capaç de suplir fins a 8.5 vegades aproximadament el consum de la localitat, mentre que la producció possible eleva el quocient fins a poc més de 17 vegades.

Edificada	Lloc	Central
1883	Girona	El Molí
1887	Anglès	Burés
1890	Bescanó	Gròber S.A.
1905/1962	El Pasteral	El Pasteral I i II
1905	Vilanna	Berenguer
1910	Anglès	Molí de Perarnau
1910	Bonmatí	Molí del Llor
1916	Bescanó	Berenguer
1922	Girona	Berenguer
1922	Montfullà	J. Coma i Cros
1924	Salt	El Molí
1924	Salt	J. Coma i Cros
1928	Salt	Faria
1940	La Cellera	Ribes

Aquestes dades ens permeten afirmar que és totalment possible assumir la demanda energètica del poble de Riudellots de la Selva (el qual, tot i presentar un nombre d'habitants relativament reduït, 2000 aproximadament, disposa d'un recinte industrial extens el qual influeix de manera important en el consum energètic dels serveis públics).

Com a conclusió final d'aquest apartat d'estudi energètic, cal remarcar que l'energia minihidràulica no és una alternativa tant poc rentable com podria semblar en un primer moment per qüestió de potències i tòpics que s'han establert. Aquesta comparació podria portar al plantejament de la introducció de més centrals hidroelèctriques com les estudiades en aquest treball. Una central a cada

localitat (si ens fixem en les produccions de cada central, també són capaces de suplir per elles soles el consum de Riudellots), podria suposar un estalvi energètic gran. De totes maneres també cal considerar la despesa que comporta el manteniment de tals centrals i l'aportació econòmica inicial que faria falta per construir-les.

També és important afegir que el riu Ter té poques parts del seu tram fluvial que no hi hagi canals per centrals minihidroelèctriques en paral·lel al riu; és a dir, que aquesta energia és molt present a tots els pobles travessats o delimitats pel riu Ter (tal i com s'observa a la imatge d'aquesta pàgina, corresponent a un arxiu compilat per Lluís Solé)

## 16. Comparatives i Conclusions Finals

### 16.1. Comparacions Tècniques Globals

#### 16.1.1. Comparacions de les Turbines

Tal i com es va explicar en la introducció, hi havia tres diferents tipus de turbines considerant-les des de la magnitud del salt o desnivell d'aigua que aprofitaven. Les turbines Pelton, eren per grans desnivells, i és per aquest motiu que no en trobem a cap de les tres centrals. A la central de La Grober trobem 2 francis i una Kaplan. Al Turó 2 Kaplan, i a Vilanna 2 Francis.

Si comparem les turbines d'aquestes centrals segons les seves potències, ens trobem que la més potent la trobem al Turó (450Kw), però a La Grober en trobem una de 415Kw.

Considerant la potència total de cada central, ens trobem que la del Turó va davant amb 710Kw, seguida per la de La Grober amb 635Kw, i finalment la de Vilanna amb 610Kw.

Aquestes dades són lògiques si ens fixem en el salt que aprofiten. El turó dels cavalls té un desnivell per turbinar molt més considerable que les altres dues, per la qual cosa s'hi pogueren instal·lar turbines amb més potència.

#### 16.1.2. Comparació dels Cabals

En els mapes que hi ha en els apartats de context i situació de cada central, es pot observar que el canal és el mateix per a totes tres centrals. L'aigua entra del Ter al canal i es troba les centrals en l'ordre invers al del treball (Vilanna, Turó dels Cavalls, Grober). En teoria, els cabals haurien de ser els mateixos per a totes tres centrals, la qual cosa ens permetria fer una comparació més acurada i més bona de les potències i de la producció elèctrica d'aquestes, ja que totes les centrals compartirien el mateix canal d'aigua. Tot i això, les dades sobre els cabal mitjà proporcionades per la font d'informació de cada central, són diferents, ja que en la central del Turó dels cavalls i de Vilanna el cabal es mou en un interval mitjà de 6,5 a 7 m<sup>3</sup>/s, mentre que a la central de la Grober s'han estipulat 2,2 m<sup>3</sup>/s de cabal mitjà. Aquestes pèrdues són degudes a l'aprofitament de l'aigua del canal pel regadiu i per les altres pèrdues que aquest té al llarg del recorregut.

### 16.1.3. Comparació de la Producció

En els apartats de producció de cada central, s'ha estudiat la producció regular i la possible amb unes condicions òptimes (cabal màxim). Considerant un cabal regular, la central que produeix més és la del Turó dels cavalls, amb 3Gwh anuals, seguida de Vilanna amb 2,5Gwh i finalment la Grober amb gairebé 1,8Gwh per any. Aquest ordre és fàcilment deduïble si ens fixem en que a la Grober una turbina està avariada i una altre és tant sols utilitzada en casos excepcionals, i que el Turó dels cavalls presenta un desnivell major a la de Vilanna.

Tot i aquestes rellevant dades, si ens fixem en la producció possible, l'ordre s'inverteix.

La Grober encapçala aquesta nova classificació amb 5,5Gwh anuals, seguit per Vilanna i el Turó amb 4,65Gwh i 4,62Gwh respectivament. Per tant podem arribar a la conclusió que la producció regular que tenim normalment a les centrals no mostra de manera adient la producció real que aquestes podrien tenir amb les condicions òptimes. Finalment, observant-ho des d'una perspectiva més global observem que la diferència entre la producció possible i la regular és molt considerable (una doble l'altre, amb 14Gwh i 7Gwh respectivament), la qual cosa reafirma que no hi ha un aprofitament molt bo de les centrals degut al seu baix cabal, és a dir, que es podria produir molta més electricitat amb fluxos de cabal majors.

Fotografia del recinte industrial  
La Grober, des de darrere  
(Font d'elaboració Pròpia)



## 16.2. Comparacions Històriques i de Context

Podem separar la central en dos grups considerant aquestes des d'un punt de vista històric. Tot i que totes tres varen ser construïdes amb pocs anys de diferència (1890 – 1906 – 1916), Grober, Vilanna i Turó dels cavalls respectivament, la seva història (lligada a la finalitat que tenien quan es van construir), presenta diferències.

La central de La Grober l'inclouríem dins d'un grup, i les altres dues centrals dins del segon.

La finalitat de la central de la Grober, en un principi era crear l'electricitat necessària per a la pròpia central, és a dir, a l'autoconsum. En canvi, les centrals de Vilanna i el Turó dels Cavalls, estaven destinades a la producció elèctrica per a l'abastiment de les cases i edificis del poble. Antigament, un nombre molt elevat de pobles obtenia la seva electricitat gairebé exclusivament de la producció d'aquestes mini centrals hidroelèctriques. Aquestes dada em va portar a realitzar els estudis d'autoabastiment d'una població i de la fàbrica Grober amb la seva central corresponent.

Considerant la seva arquitectura, les centrals del Turó i de Vilanna van ser construïdes sota influència modernista, en canvi l'estructura de la central de la Grober forma part d'un complex industrial. També és precís recordar que aquesta central va ser construïda en l'emplaçament d'un antic molí que utilitzava també l'energia de l'aigua.

Considerant els drets del territori, la central de Vilanna i la del Turó formen part d'un mateix acord territorial lligat als comptes de Berenguer.

El futur d'aquestes centrals també és diferent. Per una banda, el futur de la central de la Grober va directament lligada al futur de l'empresa que l'utilitza (S.A. Grober). Les altres dues centrals formen part d'una altre entitat. Tot i això tenen en comú un avenç cap a la automatització total, per poder suposar una font energètica rentable.

## 16.3. Conclusió final

La realització d'aquest treball de recerca m'ha portat a diverses conclusions les quals m'han servit per reafirmar el meu interès envers l'energia hidroelèctrica i, en concret, les centrals hidroelèctriques properes que envolten el lloc on visc.

A l'inici del treball em vaig proposar uns objectius en els quals vaig basar un pla de treball i una metodologia.

Les diverses conclusions que he arribat, i ja considerades les conclusions parcials de l'apartat anterior, són:

L'energia hidroelèctrica és un factor molt transcendent en el món energètic que, tot i no ser una energia que avanci tan ràpid com altres cap a la innovació, presenta molts elements tècnics amb una quantitat notable de detalls i característiques importants a estudiar. Les centrals hidroelèctriques presenten una bellesa tecnològica en el sentit que existeix una continuïtat en totes aquelles màquines que les conformen per tal d'assolir l'objectiu d'obtenció energètica.

Durant el muntatge de la maqueta que exemplifica el funcionament de l'energia hidroelèctrica, em vaig adonar que és molt més difícil del previst obtenir una mica d'electricitat per tal d'encendre una bombeta. Les expectatives inicials eren encendre'n més d'una i amb una bomba menys potent a la utilitzada finalment. Tot i això, retocant la maqueta peça per peça per tal de millorar el rendiment es va aconseguir l'objectiu proposat.

Fixant-nos en les centrals que envolten el terme municipal de Bescanó, i considerant les parts que fan referència a la història, context i situació d'aquestes, arribem a la conclusió que les centrals hidroelèctriques suposaven una infraestructura molt important fa uns anys, ja que permetien la continuïtat de la recent implantada llum domèstica, i era una infraestructura de tamany considerable i tecnologia avançada per l'època. Centrals com la Grober, la del Turó dels Cavalls o la de Vilanna tenen històries molt interessants amagades en textos i en les memòries d'aquells que hi treballaren abans de l'automatització.

L'estudi de la cobertura de la demanda energètica de la població de Riudellots de la Selva va resultar mostrar un resultat inesperat respecte les hipòtesis inicials. Normalment, segurament per tal d'argumentar a favor d'energies no renovables, se'ns diu que les renovables no son rentables, i que no tenen capacitat de producció suficient.

Arran d'aquesta informació, no creia possible que la producció de les centrals en conjunt pogués equiparar-se al consum d'una població. Però un cop realitzat l'estudi comparatiu, s'ha demostrat que la producció és molt major al consum. Tant, que fins i tot cada una de les centrals podria suplir, per si sola, aquesta demanda. La xifra es torna encara més abismal si en comptes de la producció regular de les centrals s'observa la producció possible d'aquestes.

Si considerem l'estudi pràctic realitzat a la central de Grober S.A., podem arribar a la conclusió que les centrals hidroelèctriques presenten opcions que permeten millorar el preu de venda de l'electricitat que produeixen. En el nostre cas, variant la potència reactiva s'aconsegueix un preu de venda superior fruit de les bonificacions de l'empresa que compra l'electricitat, per tant, un millor aprofitament de tot el procés econòmicament parlant.

Com a conclusió general podria dir que he fet un treball de recerca complet, ja que aquest presenta tota la informació de les centrals hidroelèctriques del terme municipal de Bescanó des de tots els punts de vista més importants (Històric-cronològic, tècnic, Contextual, Fotogràfic, productiu...). A més, la part més teòrica del treball (la introducció a l'energia hidroelèctrica), inclou una maqueta per fer-la més amena.

També és important tenir en consideració els dos estudis que s'han realitzat. D'una banda, l'assaig pràctic a una de les centrals, on tractar temes que no havia estudiat mai a classe va suposar una dificultat afegida. Llavors, l'estudi comparatiu de la producció i el consum d'una població aporta una informació que pot ser interessant a tots aquells que tinguin una idea mal formulada sobre la rendibilitat d'aquesta energia.

La resolució dels objectius amb bastant eficàcia, i la gran implicació per part meva en el treball, em porta a la conclusió que n'he tret molt de profit.

Personalment, la realització d'un treball de recerca d'aquestes característiques m'ha ajudat a madurar, a saber-me organitzar millor, fer unes millors seleccions d'informació, i a moure'm per localitzar persones i entitats relacionades amb el treball. Estudiar les centrals hidroelèctriques del lloc on visc, m'ha fet gaudir amb cada informació nova que trobava o que podia contrastar, ja que tot i haver-hi força informació, no està a internet on avui dia un acostuma a buscar-ho tot, i sovint la informació és privada o de difícil accés. Tot i això vaig poder entrar a les tres centrals i veure-les per dins, una il·lusió que sempre que hi passava per davant havia tingut. El fet de fer un projecte d'aquesta magnitud, a més d'enriquir-te del tema escollit i satisfer-te un cop finalitzat, ajuda a madurar com estudiant i com a persona.

## 17. Bibliografia i Referències

ANTONIO CREUS SOLÉ. *Energías Renovables*

Ediciones CEYSA

Barcelona, 2004

P. MOSQUERA; L. MERINO. *Empresa y energías renovables*

Editorial FC

Madrid, 2006

IÑAKI Y SEBASTIAN URKIA. *Energía Renovable Práctica*

Editorial Pamiela

Taller de investigación alternativa, 2003

ALLAN & GILL BRIDGEWATER. *Energías alternativas (handbook)*

Ediciones Paraninfo

UK (Regne unit), 2009

IGNASI ALDOMÀ. *La lluita per l'aigua a Catalunya.*

Pagès editors.

Lleida, 2007

FERNANDO SAPIÑA. *El repte energètic*

Edició Bromera.

Universitat de València, 2005

EL PUNT. *Imatges de la nostre història*

El punt

Girona, 2003

LLUÍS SOLÉ I PERICH. *Visions Bescanó*

Ajuntament de Bescanó

Bescanó, 2007



Estudi de les Centrals Hidroelèctriques  
de Bescanó (Riu Ter)

ÀNGEL FONT. *Industrials de Catalunya*

Personatges de Catalunya, 8è Volum

Barcelona, 2000

DIARI DE GIRONA. *Memòria gràfica de les comarques gironines*

Biblioteca, col·lecció temàtica

Girona, 2000

JORDI AULET FONT. *Rehabilitació d'una central hidroelèctrica*

Projecte de final de carrera (Enginyeria mecànica industrial)

Universitat de Girona, 2004

JORDI MIR RIGART. *Automatització d'una minicentral hidroelèctrica*

Projecte de final de carrera (Enginyeria electrònica industrial)

Universitat de Girona, 2003

Web de la Fàbrica tèxtil S.A. Grober

<http://www.sagrober.com/historiagral.htm>

Web Oficial de l'ajuntament de Bescanó

<http://webspobles.ddgi.cat/sites/bescano/default.aspx>

Web Gencat

<http://www.gencat.cat/>

Buscador de llibres digitals *Google*

<http://books.google.es/bkshp?hl=ca&tab=wp>

*Pedres de Girona* (Web Oficial)

[http://www.pedresdegirona.com/girones/central\\_bescano.htm](http://www.pedresdegirona.com/girones/central_bescano.htm)

## 18. Annexos

### Cartes enviades a S.A. Grober per tal de poder accedir a la central i realitzar l'assaig pràctic

---

#### Carta 1

Franc Massaneda Feliu  
C/ 8 de desembre nº1  
17162 Bescanó  
625198368

Bescanó, 9 de novembre de 2011  
Sol·licitud d'utilització de les  
instal·lacions de la central hidroelèctrica.  
La Grober

**Sr. Lluís Carbonell,**  
Conseller Delegat de S.A. Grober.

Com ja sap, estic realitzant un projecte corresponent al segon curs de batxillerat, el treball de recerca. En aquest treball, estudio les centrals hidroelèctriques del terme municipal de Bescanó, entre elles, la de la fàbrica tèxtil La Grober.

Un apartat del treball consisteix en la realització d'un assaig pràctic en una d'aquestes centrals. Degut a l'amable disposició que s'ha mostrat des de la central de la Grober, formalitzo aquest document com a petició d'utilització de la central per a la realització de l'assaig pràctic.

Per l'assaig compto amb l'assessorament d'en Fermí Coll, i del meu tutor d'una beca de la UdG, Sergio Herraiz

Concretament, l'assaig pràctic, consistirà en l'excitació d'un generador sincrònic de la central, i analitzar l'energia reactiva d'aquest al variar aquesta excitació. Amb aquest anàlisi es realitzarà un estudi de com repercuteix aquesta pràctica econòmicament.

Finalment, afegir que sota cap concepte es demanaran danys i perjudicis a l'empresa en cas de qualsevol problema durant l'assaig.

Per tant, i amb una data d'entrega del treball no molt llunyana, sol·licito la utilització de les instal·lacions de La Grober per a la realització d'aquest assaig.

Atentament,

Franc Massaneda Feliu

## Carta 2

Franc Massaneda Feliu  
C/ 8 de desembre nº1  
17162 Bescanó  
625198368

Bescanó, 9 of November, 2011  
Solicitation of utilization the  
Central hydroelectric from la Grober  
Installations

**Sr. Lluís Carbonell,**  
S.A. Grober CEO

As known, I am doing a project from the 2<sup>nd</sup> baccalaureate course, the *Research Project*. In this project, I study the hydroelectric centrals from whole town of Bescanó. One of these centrals is the one placed in the textile factory La Grober.

One part of the Project is about the realization of one practical test in one of the centrals. Due to the kind attitude that I have been received from La Grober, I formalize this document as a petition of utilization of your central for the practical test.

For the test, I will have the advice of Fermí Coll, and my Tutor from one grant from UdG, Sergio Herraiz.

Specifically, the practical test will consist of excitation of a synchronous generator plant, and to analyse the reactive energy by varying such excitement. This analysis will be studied to know how this practice affects economically. Finally, add that under no circumstances I will ask for damages and perjuries to the company in case of any problems during the trial.

Therefore, and with a delivery date not too far, I request the use of Grober installations for the realization of this test

Yours Sincerely,

Franc Massaneda Feliu

### **Carta 3**

Franc Massaneda Feliu  
C/ 8 de desembre nº1  
17162 Bescanó  
625198368

Bescanó, 9 de noviembre de 2011  
Solicitud de utilización de las  
Instalaciones de la central hidroeléctrica.  
La Grober

**Sr. Lluís Carbonell,**  
Consejero Delegado de S.A. Grober.

Este año, estoy realizando un proyecto correspondiente al segundo curso de batxillerato, el *trabajo de Recerca*. En este proyecto, realizo un estudio de las centrales hidroeléctricas del Bescanó, y, entre ellas, la central de la fábrica textil La Grober.

Un apartado del trabajo consiste en la realización de un ensayo práctico en una de estas centrales. Debido a la amable disposición que se me ha mostrado desde la central de la Grober, formalizo este documento como petición de utilización de dicha central para la realización del ensayo.

Para la práctica, cuento con el asesoramiento de Fermí Coll, i mi tutor de una beca de la Universidad de Girona, Sergio Herraiz.

Concretando, el ensayo práctico, consistirá en la excitación de un generador sincrónico de la central, y analizar la energía reactiva de este al variar dicha excitación. Con este análisis se realizará un estudio de cómo repercute esta práctica económicamente.

Por último, añadir que bajo ningún concepto se pedirán daños y perjuicios a la empresa en caso de algún problema durante el ensayo.

Por lo tanto, y con una fecha de entrega no muy lejana, solicito la utilización de las instalaciones de La Grober para la realización de este ensayo.

Atentamente,

Franc Massaneda Feliu

**Fotografia del quadre amb el qual s'ha realitzat la portada. Pintada per Josep Massaneda, el meu avi, poc abans de la seva mort.**

